

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GUILHERME BORASCHI RIBEIRO**

**ANÁLISE COLORÍSTICA DE ESTAMPAS SUBLIMÁTICAS  
EM MALHAS 100% POLIÉSTER**

**APUCARANA**

**2022**

**GUILHERME BORASCHI RIBEIRO**

**ANÁLISE COLORÍSTICA DE ESTAMPAS SUBLIMÁTICAS  
EM MALHAS 100% POLIÉSTER**

**Coloristic analysis of sublimatic prints knitted in 100% polyester**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabia Regina Gomes Ribeiro

**APUCARANA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Apucarana  
COENT – Coordenação do curso de Engenharia Têxtil



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Título do Trabalho de Conclusão de Curso:**

**ANÁLISE COLORÍSTICA DE ESTAMPAS SUBLIMÁTICAS EM MALHAS 100% POLIÉSTER**

Por

GUILHERME BORASCHI RIBEIRO

Monografia apresentada às 08:00 horas do dia 01 de dezembro de 2022, como requisito parcial, para conclusão do Curso de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado(a) **APROVADO(A)**.

---

PROFESSORA FABIA REGINA GOMES RIBEIRO – ORIENTADORA

---

PROFESSOR LEANDRO PEREIRA DA SILVA – EXAMINADOR

---

PROFESSOR(A) MARCIA CRISTINA ALVES – EXAMINADORA

\*A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico esse trabalho a minha família, amigos e todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse chegar até essa etapa final. Sem vocês nada disso seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos esses anos de graduação, com saúde e determinação para persistir.

Em segundo lugar, a minha família, por ter me proporcionado a oportunidade de estar realizando a graduação.

Também dedico esse trabalho a amigos e colegas que, seja de forma direta ou indireta, contribuíram para que eu pudesse chegar até esse momento.

À minha querida orientadora prof. Dra. Fabia Regina Gomes Ribeiro pela contribuição com a elaboração desse trabalho.

## RESUMO

O setor de estamparia vem passando por diversas mudanças e transformações, como é o caso da estamparia sublimática, o qual é uma técnica que consiste em imprimir uma tinta específica (sublimática) em papel especial, com tratamento específico. A impressão é realizada em impressoras com sistema de jato de tinta, permitindo impressões com várias cores simultaneamente, com extrema velocidade, qualidade e viabilidade econômica. Após a impressão, o papel com a imagem e o material têxtil a ser estampado são colocados em uma prensa térmica, com tempo e temperatura controlados, visando a realização do processo de estamparia por sublimação (onde a imagem migra para o material têxtil). No processo de estamparia por sublimação se faz necessário estudar o comportamento de cada material utilizado, pois, dependendo da composição, estrutura e tipos de fios diferentes, podem ocorrer comportamentos distintos para cada caso. Além do material têxtil, é imprescindível que haja controle de parâmetros do processo como tempo e temperatura, pois, sem o controle destes parâmetros, podem ocorrer variações de tonalidades de cores ou até mesmo defeitos como migração da cor para o lado avesso do tecido, afetando assim a qualidade dos mesmos, podendo manchar outras partes do material. Esse estudo teve por finalidade realizar a análise de cor de estampas de cores primárias (azul, vermelho e amarelo) em quatro malhas de composição 100% poliéster, sendo que cada uma delas foi produzida com diferentes estruturas e tipos de fios de poliéster, verificando o comportamento de cores primárias, através da leitura dos valores da refletância e intensidade colorística (K/S), por meio da variação de tempo e temperatura durante a impressão. Para a realização deste estudo desenvolveu-se uma pesquisa experimental, a fim de verificar a influência dos parâmetros do processo de sublimação, na eficiência colorística em cada malha. Como resultados, verificou-se que utilizando temperaturas de 240 °C com um tempo de 30 segundos, houve migração da cor para o lado avesso. Além deste, temperatura de 200 °C junto ao tempo de 10 segundos praticamente não ocasionou transferência/absorção da cor para as malhas. Por fim, pode-se concluir neste trabalho que para as malhas texturizadas apresentaram uma intensidade colorística maior, o que se deve ao fato de os fios serem multifilamento. De maneira geral, as temperaturas e tempos referentes as amostras de pontos centrais foram os parâmetros que apresentaram maiores intensidades colorística sem que houvesse migração da cor para o avesso do tecido.

.

Palavras-chave: Têxtil; Estamparia; Colorimetria; Sublimação; Poliéster.

## ABSTRACT

The stamping sector has been going through several changes and has evolved, as is the case of sublimation printing, which is a technique that consists of printing a specific ink (sublimation) on special paper, with specific treatment. Printing is performed on printers with an inkjet system, allowing prints with several colors simultaneously, with extreme speed, quality and economic viability. After printing, the paper with the image and the textile material to be printed are placed in a thermal press, with controlled time and temperature, in order to carry out the sublimation printing process (where the image migrates to the textile material). In the process of sublimation printing, it is necessary to study the behavior of each material used, because, depending on the composition, structure and types of different yarns, different behaviors may occur in each case. In addition to the textile material, it is essential to control process parameters such as time and temperature, because without controlling these parameters, variations in color tones or even defects such as color migration to the wrong side of the fabric may occur, affecting thus the quality of the same, being able to stain other parts of the material. This study aimed to carry out the color analysis of prints in primary colors (blue, red and yellow) in four 100% polyester meshes, each of which was produced with different structures and types of polyester yarn, verifying the behavior of primary colors, through the reading of reflectance values and coloristic intensity (K/S), through the variation of time and temperature during printing. For the realization of this study, an experimental research was developed, in order to verify the influence of the parameters of the sublimation process, in the coloristic efficiency in each mesh. As a result, it was verified that using temperatures of 240 °C with a time of 30 seconds, there was a migration of the color to the wrong side. In addition to this, a temperature of 200 °C together with a time of 10 seconds practically did not cause color transfer/absorption to the meshes. Finally, it can be concluded in this work that for the textured meshes they presented a greater coloristic intensity, which is due to the fact that the yarns are multifilament. In general, the temperatures and times referring to the samples of central points were the parameters that presented the highest coloristic intensities without the color migrating to the reverse side of the fabric.

Keywords: Textile; Stamping; Colorimetry; Sublimation; Polyester.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura da classificação das fibras têxteis.....	17
Figura 2 - Fibra de poliéster .....	19
Figura 3 - Visão microscópica da fibra de poliéster.....	20
Figura 4 - Feira para poliéster .....	21
Figura 5 - Fluxograma Fiação Penteado.....	23
Figura 6 - Épura do filamento em máquina perfil V.....	25
Figura 7 - Fio multifilamento texturizado .....	26
Figura 8 - Fio multifilamento tangleado.....	26
Figura 9 - Laçada malharia de trama (monofrontura) .....	27
Figura 10 - Tear circular.....	28
Figura 11 - Cilindro monofrontura circular .....	29
Figura 12 - Duplafrontura.....	29
Figura 13 – Espectro visível .....	35
Figura 14 - Cores fundamentais.....	36
Figura 15 - Curva referente a reflexão da cor azul .....	36
Figura 16 - Curva referente a reflexão da cor Vermelho .....	37
Figura 17 – Curva referente a reflexão cor amarela .....	37
Figura 18 - Coordenadas $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ .....	38
Figura 19 – Fios que compõem as malhas.....	41
Figura 20 - Cores primária utilizadas no processo de sublimação.....	44
Figura 21 - Espectrofotômetro da marca Delta Color .....	44
Figura 22 – Lado direito Malha 1.....	46
Figura 23 - Lado Averso da Malha 1.....	46
Figura 24 - Lado direito Malha 2.....	47
Figura 25 - Lado avesso Malha 2 .....	47
Figura 26 – Estrutura Malha 3 .....	48
Figura 27 - Estrutura Malha 4 .....	48
Figura 28 - Densidade da Malha.....	50



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da fibra de poliéster .....	19
Tabela 2- Testes para análise de qualidade da malha .....	30
Tabela 3 - Principais diferenças entre estamparia direta e indireta.....	32
Tabela 4 - Faixa de espectro visível em nm .....	37
Tabela 5 - Variáveis do processo, níveis e ponto central .....	43
Tabela 6 - Planejamento fatorial 2 <sup>2</sup> .....	43
Tabela 7 - Gramatura das malhas .....	49
Tabela 8 - Densidade das malhas .....	50
Tabela 9 - Resultado do experimento cor Azul .....	51
Tabela 10 - Resultado do experimento cor vermelha.....	51
Tabela 11 - Resultado do experimento cor Amarelo .....	52
Tabela 12 - Lado avesso das malhas na cor Azul .....	53
Tabela 13 - Lado avesso das malhas na cor Vermelho.....	54
Tabela 14 - Lado avesso das malhas na cor Amarelo.....	54
Tabela 15 - Maiores valores de k/s para cada cor e malha .....	70
Tabela 16 - Leituras do espectrofotômetro para a cor Azul Malha 1 .....	78
Tabela 17 - Leituras do espectrofotômetro para a cor Azul Malha 2 .....	79
Tabela 18 - Leituras do espectrofotômetro para cor Azul Malha 3 .....	80
Tabela 19 - Leituras do espectrofotômetro para cor Azul Malha 4 .....	81
Tabela 20 - Leituras do espectrofotômetro para a cor Vermelho Malha 1.....	82
Tabela 21 - Leituras espectrofotômetro cor Vermelho Malha 2 .....	83
Tabela 22 – Leitura espectrofotômetro cor Vermelho Malha 3.....	84
Tabela 23 - Leitura espectrofotômetro cor Vermelho Malha 4 .....	85
Tabela 24 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 1 .....	86
Tabela 25 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 2 .....	87
Tabela 26 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 3 .....	88
Tabela 27 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 4 .....	89
Tabela 28 - Valores de K/S para cor Azul Malha 1 .....	90
Tabela 29 - Valores de K/S para cor Azul Malha 2 .....	91
Tabela 30 - Valores de K/S para cor Azul Malha 3 .....	92
Tabela 31 - Valores de K/S para cor Azul Malha 4 .....	93
Tabela 32 – Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 1.....	94
Tabela 33 - Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 2 .....	95
Tabela 34 - Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 3 .....	96
Tabela 35 - Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 4 .....	97
Tabela 36 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 1 .....	98
Tabela 37 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 2 .....	99
Tabela 38 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 3 .....	100
Tabela 39 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 4 .....	101

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil de confecção
NBR	Normas Brasileiras
PET	Poli (tereftalato de etileno)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>16</b>
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivo específico	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>FIBRAS TÊXTEIS</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>FIAÇÃO</b>	<b>20</b>
2.2.1	Processos de Fiação	22
2.2.2	Fiação Anel	23
<b>2.3</b>	<b>TEXTURIZAÇÃO</b>	<b>24</b>
2.3.1	Processo de Texturização	24
<b>2.4</b>	<b>MALHARIA</b>	<b>26</b>
2.4.1	Tear monofrontura	29
2.4.2	Tear dupla frontura	29
<b>2.5</b>	<b>PROPRIEDADES FÍSICAS DAS MALHAS</b>	<b>30</b>
<b>2.6</b>	<b>BENEFICIAMENTO TÊXTIL</b>	<b>30</b>
2.6.1	Beneficiamento Primário	30
2.6.2	Beneficiamento secundário	31
2.6.3	Beneficiamento terciário	32
<b>2.7</b>	<b>PROCESSO DE SUBLIMAÇÃO</b>	<b>34</b>
<b>2.8</b>	<b>COLORIMETRIA</b>	<b>35</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>40</b>
<b>3.1</b>	<b>MATERIAIS</b>	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>40</b>
3.2.1	Caracterização das malhas	41
3.2.1.1	Estrutura da malha	42
3.2.1.2	Gramatura	42
3.2.1.3	Densidade	42
3.2.2	Planejamento experimental	43
3.2.3	Processo de sublimação	44
3.2.4	Leitura da Cor	44
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>46</b>
4.1	Caracterização das malhas	46

4.1	Processo de sublimação .....	51
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sendo considerada uma das indústrias mais antigas do mundo e presente em diversos países, a indústria têxtil surgiu por conta da necessidade humana pelos vestuários. Entretanto hoje pode ser aplicada a diversas áreas, como por exemplo, áreas hospitalares, aplicação civil, militar, dentre outras.

Segundo a ABIT – Associação Brasileira de Indústria Têxtil e Confecção (2022) – a indústria têxtil obteve um faturamento de R\$ 194 bilhões em 2021, tendo como destaque o setor de confecção, que obteve um aumento de 20% em relação a 2020.

A matéria prima utilizada na indústria têxtil são as fibras, as quais podem ser de origem naturais ou não naturais. Dentre as fibras naturais pode-se classificar as fibras de origem animal, como é o caso da lã e a seda, vegetais e minerais. Já as fibras não naturais podem ser classificadas como artificiais ou sintéticas, como é o caso do acetato e viscose. A finalidade da matéria prima na indústria têxtil é disponibilizar, para as organizações, as mais diversas soluções em fibras, sendo crucial que os colaboradores do setor têxtil tenham ciência sobre todos os tipos de tecidos e como cada material se comporta perante suas aplicações (FEBRATEx, 2019).

Segundo a ABIT (2011) – O Brasil produz cerca de 1,5 milhões de toneladas anuais de algodão e 300 milhões toneladas de fibras sintéticas. Além da matéria prima, o setor do vestuário utiliza insumos como corantes e outros pigmentos têxteis, os quais são empregados em algumas etapas do processo produtivo têxtil e tem por finalidade conferir cor ao material.

A cadeia produtiva do setor têxtil é muito ampla e abrange diversos setores que possibilitam o processamento e manufatura de todas as etapas produtivas, que inclui desde o processo de transformação das fibras em tecidos até fazer com que o produto chegue até o cliente final. Dentre as etapas da cadeia têxtil, destacam-se a fiação, tecelagem, beneficiamento, estamparia e confecção.

Esse trabalho teve por finalidade fazer uma análise colorística em malhas 100% poliéster, com a variação do tempo e temperatura no processo de estamparia por sublimação.

## Justificativa

Segundo Carmo *et al.* (2014) a expressão estamparia têxtil é um sistema de produção artesanal ou industrial, do qual utiliza diferentes técnicas com o intuito de transferir desenhos coloridos para o tecido.

A estamparia, assim como outros setores da indústria têxtil, passou por processos de transformações e evoluções. Algumas técnicas como por exemplo a gravação por cilindros e estamparia rotativa são bastante utilizadas e que compõe a história da estamparia no mundo têxtil. No entanto, com o avanço da tecnologia, novas técnicas apareceram, como é o caso da estamparia digital, que através do sistema de jato de tinta, permitiu que ocorresse a impressão de milhões de cores simultaneamente, com extrema velocidade, qualidade e viabilidade econômica (TRONCOSO, 2014 p. 2).

Há dois tipos de estamparia digital: termotransferência (transfer e sublimático) e jato de tinta, que, apesar dos nomes distintos, a maneira como ocorre o processo de impressão é bem similar (ABIT, 2011).

Na estamparia por termotransferência, a sublimação é realizada em fibras sintéticas e o transfer em fibras naturais/artificiais. Em ambos os casos, se faz necessária a verificação do material a ser utilizado, pois cada tipo de tecido/malha com composições, estruturas e tipos de fios diferentes, podem apresentar diferentes comportamentos (resultados) ao final do processo de estamparia. Portanto é importante que haja o controle do tempo e temperatura, para cada processo/material. A fibra mais adequada para esse processo são as fibras 100% poliéster ou 100% poliamida. Em tecidos ou malhas de fibras naturais, este tipo de estampa não possui solidez de cor devido a falta de afinidade entre o corante e a fibra, fazendo com que a cor fique com o aspecto de desbotada (YAMANE, p. 103, 2008).

A estamparia sublimática é realizada em duas etapas: inicialmente é necessário realizar a impressão da estampa em um papel específico, o papel sublimático. Com uma tinta específica (a tinta sublimática), posteriormente o processo de sublimação, para transferir a estampa do papel para o substrato têxtil, ocorre por meio de uma prensa térmica. Neste momento a tinta sublimática que encontra-se sólida no papel vira vapor (processo de sublimação) e penetra no substrato têxtil. A transferência da imagem colorida do papel sublimático para o

tecido é realizada sob condições controladas de tempo e temperatura (NEVES, 2000, p.28).

Um dos problemas enfrentados na estamparia por sublimação é que quando não há uma definição adequada dos parâmetros de tempo e temperatura, para a transferência da estampa do papel para o tecido ou a malha de poliéster, podem ocorrer variações de cores e perda de qualidade do produto estampado.

Atualmente, há um aumento de demanda para artigos estampados com esta tecnologia, necessitando de estudos que avaliem os melhores parâmetros para a realização da sublimação, buscando cores intensas e definindo os melhores parâmetros para a realização deste processo.

Neste estudo, foi realizado a análise de cor de estampas sublimáticas, de cores primárias (azul, vermelho e amarelo), estampadas em malhas de trama 100% poliéster de estrutura mono e duplafrontura. Foi utilizado o planejamento fatorial  $2^2$  por meio dos resultados do K/S (absorbância), variando-se os parâmetros de tempo e temperatura. Com esta análise, foi possível definir o melhor parâmetros para o processo de estamparia por sublimação em malhas 100% poliéster.

## 1.1 Objetivo

De acordo com o tema proposto, são estabelecidos o objetivo geral e objetivos específicos para o auxílio do desenvolvimento do trabalho.

### 1.2.1 Objetivo geral

Realizar análise de cor, de estampas sublimáticas, com variação dos parâmetros de temperatura e tempo em estruturas de malhas 100% poliéster.

Realizar a análise de cor e a intensidade colorística (K/S) de estampas sublimáticas, de cores primárias (azul, Vermelho e amarelo), estampadas em malhas de trama 100% poliéster de estrutura mono e duplafrentura, com planejamento fatorial  $2^2$ , a fim de definir o melhor parâmetro de tempo e temperatura para o processo de estamparia por sublimação em malhas 100% poliéster.

### 1.2.2 Objetivo específico

- Caracterizar as propriedades físicas de malhas 100% poliéster por meio dos seguintes testes:

- ✓ Determinação da Estrutura (ABNT NBR 13460);
- ✓ Determinação da Gramatura (ABNT NBR 10591);
- ✓ Determinação da Densidade (ABNT NBR 10588);

- Elaborar o Planejamento Fatorial  $2^2$ ;

- Imprimir as imagens nas cores primárias, em tinta sublimática e papel sublimático;

- Realizar processo de estamparia por sublimação variando os parâmetros de tempo e temperatura;

- Realizar a leitura das cores com espectrofotômetro

- Calcular o K/S para cada uma das leituras de cor;



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Fibras têxteis

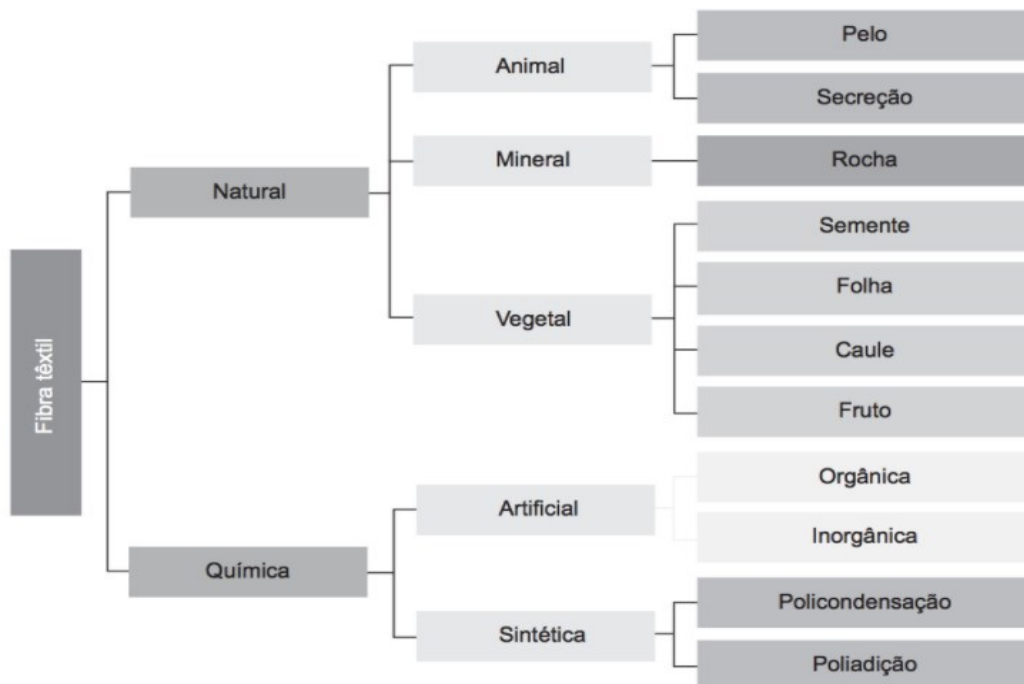
Fibra têxtil ou filamento têxtil é toda matéria natural, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que pela relação entre comprimento e diâmetro, e ainda, por algumas características como elasticidade, suavidade, flexibilidade, finura, resistência, está apta a aplicações têxteis (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2014).

Segundo Sousa (2010), as fibras possuem propriedades que as distinguem uma das outras, tais como dimensões das cadeias moleculares, cores, ponto de fusão, temperatura de transição vítrea, hidrofiliidade, elasticidade, dentre outras, que conferem ao tecido suas diversas aplicações.

Estudos sobre as fibras se faz necessário, uma vez que cada uma pode ser utilizada para uma determinada aplicação. Certos tecidos são mais duráveis e, por tanto, são úteis para fins específicos.

As fibras estão divididas em dois grandes grupos: naturais e químicas. A Figura 1 abaixo mostra a classificação das fibras têxteis e suas variadas ramificações.

**Figura 1 - Estrutura da classificação das fibras têxteis**



Fonte: Lobo, Limeira e Marques (2014)

Portanto, como visto na Figura 1, as fibras podem ser de origem naturais ou químicas. As fibras químicas são produzidas através de processos industriais, sendo obtidas a partir de polímeros naturais submetidos a processo de reagentes químicos ou polímeros obtidos por síntese mecânica. Cada uma dessas fibras possui características e propriedades distintas que são destinadas a diversos processos e aplicações diferentes.

Romero *et al.*, (1995) diz que as fibras químicas surgiram inicialmente a fim de agregar valor com suas propriedades às fibras naturais. Com o passar do tempo a fibra química foi se tornando uma necessidade, principalmente por conta do aumento pela demanda de vestuários, crescimento populacional, busca por preço baixo e rapidez. O autor diz ainda que as fibras químicas são apresentadas em três formatos distintos, sendo eles: de monofilamento, multifilamento ou fibra cortada.

As fibras de monofilamento possuem um único filamento contínuo. Já a de multifilamento possui ao menos dois monofilamentos contínuos, que são unidos paralelamente por torção e, por fim, a fibra é cortada e o resultado é o seccionamento em tamanhos diferentes, de um grande feixe de filamento contínuo (ROMERO *et al.*, 1995).

As fibras de poliéster são conhecidas como PET “Poli (tereftalato de etileno)” e possuem uma vasta utilização na cadeia têxtil. Segundo a ABIT (2021) o consumo mundial do poliéster mudou nos últimos 25 anos, enquanto o consumo de algodão se permaneceu estável. Há um apelo muito grande relacionado ao custo-benefício sendo que o poliéster possui como características principais a durabilidade e conforto.

O Poli (tereftalato de etileno) é um termoplástico, podendo, segundo a norma ISO 2076, ser definido como Poliéster. Das fibras sintéticas produzidas no Brasil em 2010, aproximadamente 76% foram de poliéster, seguidos de 16% náilon, 5% acrílico e 3% elastômeros (ASSIS, 2020).

Assis (2020) diz que o poliéster é uma fibra sintética polimérica linear, formada por um ácido e um álcool, que após reação produzem um éster. O ácido que compõe essa fibra é o ácido tereftálico (TPA) e o álcool é o dietileno glicol (EG).

Para Rabello e Wellen, (2008) é preciso obter o PET no estado amorfo, e para isso se faz necessário submeter o polímero, a partir do estado fundido, a um processo de resfriamento rápido (*quenching*), para que as cadeias não tenham

tempo de se organizar. Normalmente, deseja-se que as fibras tenham alto teor de cristalinidade, aumentando a resistência à deformação.

O processo de cristalização do PET pode ocorrer também durante o aquecimento do polímero, a partir do estado sólido, uma vez que temperaturas acima da temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) faz com que as cadeias adquiram mobilidade e possam se rearranjar e formar regiões cristalinas (ASSIS, 2020).

A Figura 2 apresenta como é a fibra de poliéster.

**Figura 2 - Fibra de poliéster**



**Fonte: Pereira (2010)**

Para uma melhor compreensão sobre as estruturas PET é importante conhecer suas principais características e propriedades, assim como seu comportamento perante a presença de calor.

A Tabela 1 apresenta as principais características da fibra de poliéster.

**Tabela 1 - Características da fibra de poliéster**

<b>Estrutura química</b>	<b>Propriedades importantes</b>	<b>Aplicações/observação</b>
As fibras de poliéster são formadas por macromoléculas lineares, cuja cadeia possui ao menos 85% (em massa) de unidades de éster derivados de um diol e do ácido tereftálico.	Baixa absorção de umidade, boa resistência a luz e ao uso, boa elasticidade, não enruga, boa resistência a maior parte dos produtos químicos, tem tendência a formar pilling com o uso, e encolhe com o calor.	Tecidos para vestuário, indústria automobilística e tecidos técnicos. É uma fibra relativamente barata e, atualmente, é a fibra têxtil mais usada no mundo.

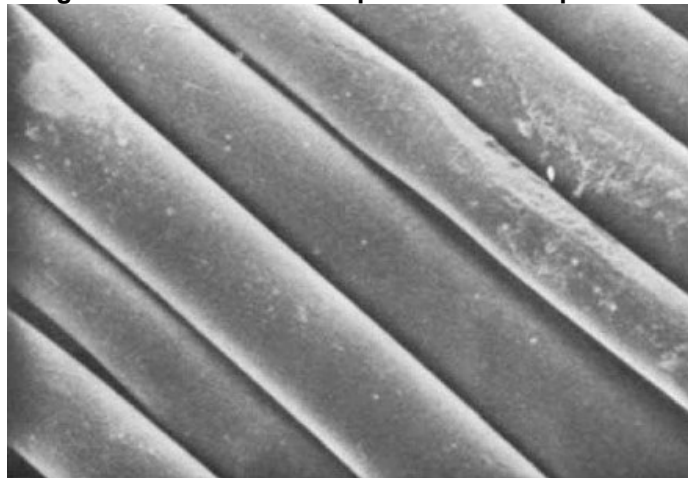
**Fonte: Adaptado de Oliveira (1997)**

O poliéster possui como grande vantagem a sua estabilidade dimensional quando esse sofre um processo de termofixação. Se o PET não for termofixado, ele terá um certo grau de encolhimento quando em contato com temperaturas elevadas. Outra característica relevante é que, quando

úmido, o poliéster, não altera sua forma, e portanto, não encolhe e pode estabilizar os tecidos ao se misturar com outras fibras. Além disso, é possível modificar a seção transversal do PET e assim criar uma diversidade de tecidos com características diferentes, tais como brilho, toque e caimento (PEREIRA, 2009).

A Figura 3 apresenta a forma microscópica do poliéster aumentada 20 vezes. Observa-se que a mesma possui superfície suave e uniforme ao longo de todo seu comprimento, e possui formato cilíndrico.

**Figura 3 - Visão microscópica da fibra de poliéster**



**Fonte: Correa (2019)**

Dentre todas as fibras não-naturais, o poliéster possui maior uso. Isso se dá devido a sua versatilidade. O poliéster pode ser encontrado na forma de fibra e ser misturado a outras fibras e aí ser fiada, ou na forma de filamentos lisos ou filamentos texturizados e ainda na forma de microfibras (PEREIRA, 2009).

## **2.2 Fiação**

Os fios, provenientes da fiação, são materiais constituídos por fibras naturais ou químicas, formados pelo conjunto das operações da fiação. Estes fios são caracterizados através da regularidade, diâmetro e peso, sendo que as duas últimas características determinam o título do fio (SENAI, 2017).

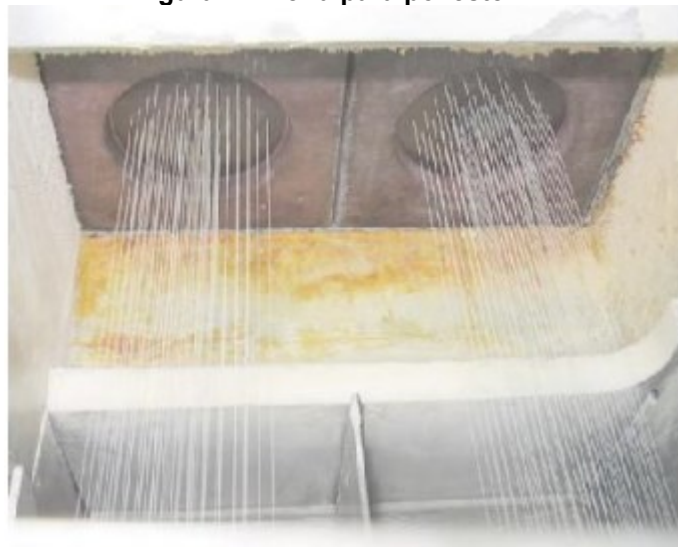
Na fiação, a relação entre unidade de comprimento e unidade de massa é chamada de título que pode variar conforme o sistema adotado (SENAI, 2017). Este sistema pode ser direto (comprimento constante e massa variável) e indireto (massa

constante e comprimento variável), sendo o indireto padronizado na utilização dos fios de algodão (NETO e PITA, 1996).

Silva (2002) diz que para obter a fibra de poliéster, é necessário que a mesma passe pelo processo de extrusão via fusão. Nesse método, têm-se dois procedimentos distintos: extrusão e estiramento, que são obtidos através da fiação.

Na extrusão o polímero é aquecido a uma temperatura de 260°C e transportado perante uma bomba que possui velocidade constante e pressão elevada, passando por pequenos orifícios da fieira (Figura 4). A finalidade da fieira é formar filamentos com diâmetros definidos, que podem variar entre 50 à 100mm, e o diâmetro dos capilares de 0,17 à 0,35mm. Além disso, ela também define o formato que o polímero terá em sua secção transversal (PEREIRA; NOGUEIRA; BALDO, 2013).

**Figura 4 - Fieira para poliéster**



**Fonte: Pereira (2009)**

Os orifícios da fieira determinam a forma da fibra, mas o mesmo não vale para o diâmetro, que é determinado pela velocidade de bombeamento do polímero, e, posteriormente, por estiramento. Ao sair da fieira, os filamentos são solidificados ao entrar em contato com a corrente de ar frio.

Após finalizado o processo de extrusão ocorre a etapa de estiramento, onde os filamentos são encaminhados para equipamentos específicos. O processamento

ocorre com velocidade superior a 1000m/min tendo em vista que o coeficiente de estiramento é mantido (GUILLEN, 1991).

Através do estiramento é que ocorre a orientação molecular das fibras ao longo do eixo, e assim define-se o diâmetro final do filamento. O estiramento deve-se ocorrer a uma temperatura de 90°C e os filamentos são alongados em seu sentido longitudinal. Dessa maneira, é possível obter de quatro a cinco vezes o comprimento inicial. A partir deste momento, os filamentos de poliéster podem ser cortados para serem utilizadas em processos de fiação convencionais, ou seguir em formato de filamento para a produção de fios multifilamentos, que podem ser lisos ou serem texturizados na sequência dos processos têxteis (FEITOR, 2006).

### **2.2.1 Processos de Fiação**

Os processos de fiar são utilizados para produzir fios, tanto de fibras naturais quanto de fibras químicas cortadas e até de misturas destas (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2014).

Nessa etapa, as fibras passam por operações das quais as mesmas são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas, retorcidas de modo a se prenderem umas as outras por atrito. Entre essas operações temos: abertura e separação das fibras, limpeza, paralelização parcial e limpeza, limpeza e paralelização final, regularização, afinamento, torção e embalagem (LOBO; LIMEIRA; MARQUES, 2014).

Atualmente os principais sistemas de fiar são: a fiação anel (cardado e penteado) e fiação open-end. O processo de fiação open-end é um dos mais comuns e possui grande sucesso comercial (menor custo), conhecido como fiação a rotor. Esse método de fiação possui um maior desempenho para fibras curtas (LOBO, LIMEIRA e MARQUES, 2014). Além destes, a fiação a rotor apresenta como vantagem o fato de que a torção ocorre separadamente em relação ao enrolamento do fio, permitindo assim velocidades maiores no mecanismo de torção e maior produtividade.

## 2.2.2 Fiação Anel

O processo de obtenção de fio anel é considerado mais longo, porém proporciona maior regularidade nas fibras, o que resulta em fios mais macios. Além de resultar em fios macios, também há uma resistência mais uniforme e ampla gama de titulação. A formação da torção pode ser no sentido S (esquerda) ou Z (direita) (SENAI, 2017).

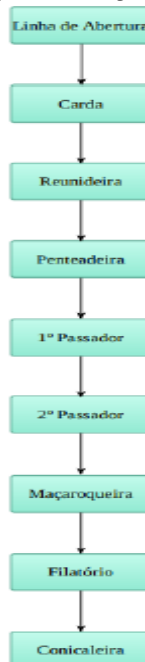
Dentre os processos de fiação a anel, pode-se classificar dois tipos de processos: processo penteado e processo cardado.

### 2.2.2.1 Fio Penteado

Nessa etapa, o fio passa por um processo de penteagem, do qual ocorre a remoção da matéria prima as fibras curtas e impurezas do processo. Segundo Lebre (2017), uma das vantagens desse sistema é a flexibilidade da produção, pois permite produzir fios mais finos de maior resistência, e, conseqüentemente terá um fio de maior valor agregado. Em contrapartida, nesse tipo de sistema se faz necessária a utilização de uma quantidade maior de pessoas quando relacionado ao processo de fiação cardado.

A figura 5 representa o fluxograma do processo de fiação para fio penteado.

Figura 5 - Fluxograma Fiação Penteado



Fonte: Autor (2022)

### 2.2.2.1 Fio Cardado

São fios também produzidos a partir do sistema anel, porém utiliza menos máquinas quando comparado ao processo penteado, logo, precisa de menos pessoas para operar, baixando o custo fio.

Mediante a utilização do produto final é que deve-se fazer a escolha certa do tipo de fio pois, conforme visto acima, o processo open end possui diferença para o processo convencional, sendo que quanto mais processos os fios necessitarem para suas características finais maior será seu valor agregado.

## 2.3 Texturização

Segundo Ladchumananadasivam (2005) texturização é um processo de modificação das fibras de polímeros naturais ou sintéticos, aproveitando a termoplasticidade destas.

O processo de texturização ocorre em fios de filamentos contínuos e seus processos diferem quanto ao emprego ou não de aquecimento, torção e até mesmo quanto a forma em que é empregado.

Afim de suprir algumas desvantagens que os fios sintéticos e artificiais possuem, o processo de texturização tem por finalidade agregar características ao fio, tais como: melhor isolamento térmico, maior volume, melhor elasticidades e contribuir para que o mesmo não forme *pilling*.

Existem maneiras variadas de aplicar a texturização em um fio, porém, dentre seus principais processos destacam-se a texturização por falsa torção, tangleamento e texturização por jato de ar.

### 2.3.1 Processo de Texturização

Demir e Behery (1997) escrevem que, após o processo de fiação dos polímeros, a estrutura molecular estará parcialmente estirada, não sendo adequada para fins têxteis. O arranjo paralelo das macromoléculas pelo estiramento cria uma estrutura tridimensional, na qual há uma força de coexistência nesses arranjos, chamada de força de coesão, que pode ser libertada através de calor. Nesse estado



mínimo de energia interna, se o filamento sofrer deformações mecânicas, a estrutura molecular aceitará uma nova configuração no filamento. O resfriamento subsequente causará uma fixação permanente dessa nova configuração, sendo que esse polímero, nesse estado, será chamado de termoplástico. Essa é uma característica particular da texturização termomecânica, em que o processo de texturização por falsa torção é uma excelente opção.

Para que ocorra o processo de falsa torção, se faz necessário que haja alguns requisitos básicos. Tais requisitos, segundo Demir e Behery (1997), são:

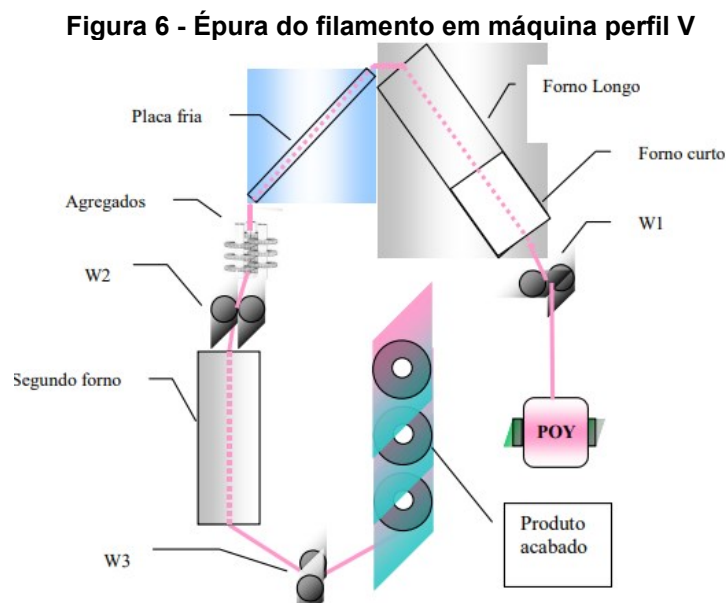
1 - Aquecimento do PET acima da temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) e, abaixo da temperatura de fusão ( $T_m$ ), no forno curto, localizado após o sistema de rolete W1 (Figura 6).

2 - Deformação dos filamentos até o formato desejado utilizando a torção. Utiliza-se agregado que contém discos de fricção.

3 - Resfriamento dos agregados abaixo da  $T_g$ , mantendo o formato desejado, com resfriamento proporcionado pela placa fria.

4 - O poliéster possui memória térmica, e, devido a esse fato, os multifilamentos tendem a se rearranjar após o conjunto de fricção de modo que os multifilamentos resfriados ocupem um volume maior (textura) que o do início do processo.

Vale ressaltar que, as etapas (1), (2) e (3) na Figura 6 ocorrem simultaneamente entre W1 e W2.



Fonte: Demir e Behery (1997)

Após o processo de extrusão, os fios podem passar por outra etapa, chamada de retorção. Essa etapa consiste na união dos cabos, como é o caso dos fios tangleados. Para Campos (2019), nesse tipo de fio há ao menos dois cabos paralelos que, através de um fluxo de ar intenso em espaços regulares, aconteça o emaranhamento das fibras.

Para Neto e Pita (1996) fio tangleado refere-se a fios de multifilamentos lisos ou texturizados, que possuem como característica pontos equidistantes de união provocados por jato de ar, tendo com objetivo garantir a união dos filamentos nos processos seguintes, principalmente na tecelagem plana.

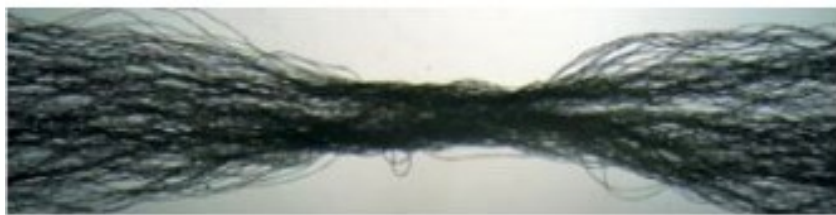
As Figuras 7 e 8 mostram a diferença na aparência do fio texturizado para um fio tangleado.

**Figura 7 - Fio multifilamento texturizado**



Fonte: Neto e Pita (1996)

**Figura 8 - Fio multifilamento tangleado**



Fonte: Neto e Pita (1996)

## **2.4 Malharia**

Para a fabricação de malhas podem ser utilizados diferentes tipos de fios, juntamente com os variados modelos e equipamentos através de técnicas de entrelaçamento. Uma das maneiras das laçadas ligarem entre si é através da malharia de trama. A Figura 9 ilustra essa estrutura.

**Figura 9 - Laçada malharia de trama (monofrontura)**



**Fonte: Sanches (2011)**

Kadolph e Langford (2016) diz que os artigos provenientes da malharia de trama são obtidos a partir de fios, e, a partir disso, fazem evoluções com diversas agulhas, formando carreiras de sucessivas laçadas que posteriormente serão entrelaçadas com a carreira seguinte. Essas laçadas possuem formato senoidal, sustentam-se entre si e são livres para se mover uma sobre as outras quando sofrem tensão (KADOLPH e LANGFORD, 2016).

Esse sistema utiliza o entrelaçamento na direção horizontal, por isso é chamado de trama, onde são utilizadas diversas agulhas posicionadas lateralmente umas em relação às outras. Nesse caso temos os teares circulares e retilíneos (GORINI e SIQUEIRA, 1998).

Os teares circulares possuem alimentadores dispostos em círculos que produzem um tecido tubular contínuo. (GORINI e SIQUEIRA, 1998). Esses teares possuem bom rendimento e são versáteis, o que possibilita produzir uma variedade de tecidos.

Os equipamentos utilizados para o processo de malharia são denominados teares, podendo ser retilíneo ou circulares. Enquanto os teares circulares são considerados responsáveis pela produção principal das malhas, os retilíneos são mais utilizados para produzir partes acessórias, tais como golas, punhos, dentre outros.

Senai (2022) classifica os teares de acordo com seu diâmetro, sendo esses: teares circulares de grande diâmetro, médio e pequeno diâmetro. Os teares de grande diâmetro são máquinas que possuem seu número de produção elevado com

enorme diversidade nos artigos produzidos, com produtos dos mais variados setores.

Já as máquinas de médio diâmetro produzem o tecido em forma de tubo, utilizando o diâmetro da medida do corpo de uma pessoa, sendo que as empresas que utilizam esse equipamento não vendem tecidos, mas sim peças prontas.

Por fim, as máquinas de pequenos diâmetros produzem tecidos em formato de cubo, mas utiliza como medida do diâmetro um pé, que já é devidamente estruturado com sua anatomia (tornozelo, peito do pé e calcanhar). Assim como as máquinas de médio diâmetro, as empresas que utilizam desse equipamento vendem produtos pronto para seu uso. A Figura 10 representa uma foto de um tear circular.

**Figura 10 - Tear circular**



**Fonte: Senai 2022**

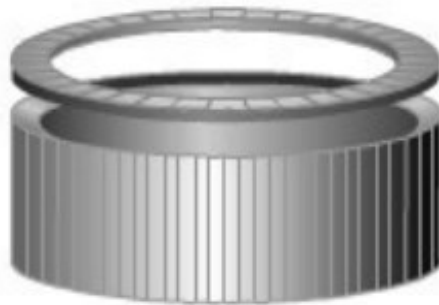
Para Gonçalves (2014), os tipos de teares utilizados na malharia de trama podem ser divididos em teares monofrentura ou duplafrentura (duas fronturas), que são destinados principalmente para produzir vestuários.

As fronturas são também conhecidas como placas de agulhas metálicas com canaletas, onde as agulhas são dispostas paralelamente para realização do processo de entrelaçamento dos fios (SENAI, 2022). Sua função é alojar elementos como as agulhas, jacks e platinas, que são elementos de formação da malha. Portanto, é na frontura que esses elementos realizam suas respectivas funções.

### 2.4.1 Tear monofrontura

Podem ser encontrados no mercado com características diferentes, podendo apresentar variações em seu número de pista, número de alimentadores, diâmetro e finura. Essas máquinas possibilitam a produção de artigos mais simples como meia malhas, moletom e *piquet*. A Figura 10 apresenta o desenho do cilindro do tear monofrontura.

Figura 11 - Cilindro monofrontura circular



Fonte: Senai 2000

### 2.4.2 Tear dupla frontura

Apresentam duas fronturas em sua estrutura, denominada disco e cilindro (Figura 11), do qual possui agulhas que trabalham simultaneamente. É utilizado para a produção de malhas duplas, como: canelados, ribs e punhos.

Figura 12 - Duplafrontura



Fonte: Senai (2000)

## 2.5 Propriedades físicas das malhas

Em todo processo produtivo se faz necessário conhecer as características e propriedades dos produtos, uma vez que propriedades diferentes geram diferentes comportamentos. No caso de uma malha, por exemplo, é importante observar alguns aspectos físicos assegurando que a malha irá apresentar as propriedades desejadas.

Alguns testes físicos podem ser realizados, sendo os principais apresentados na Tabela 2.

<b>Teste</b>	<b>Descrição</b>
<b>Gramatura</b>	Teste que relaciona o peso do tecido por unidade de área, expressa em (g/m <sup>2</sup> ).
<b>Densidade</b>	Expressa o número de carreiras e colunas por unidade de área.
<b>Resistência e alongamento</b>	Verifica o alongamento da malha e sua resistência sob uma força de tração.

**Fonte: Autor (2022)**

A análise dos testes citados na Tabela 2 contribui para mensurar algumas características e propriedades da malha e, além disso, é possível saber se tiveram defeitos, sejam eles no equipamento ou no fio, durante a fabricação.

## 2.6 Beneficiamento Têxtil

O beneficiamento têxtil pode ser definido como um conjunto de processos que ao serem aplicados em substratos têxteis conseguem transformá-los de tecido cru em artigos brancos, tintos, estampados e acabados (FREITAS, 2002).

O beneficiamento consiste em algumas etapas, sendo elas: beneficiamento primário, onde ocorre a preparação do tecido; beneficiamento secundário, do qual acontece o tingimento propriamente dito e; Beneficiamento terciário, sendo esse dedicado para o acabamento do tecido (MAIA, 2014).

### 2.6.1 Beneficiamento Primário

Também conhecido como preparação, essa etapa, consiste em separar o substrato para receber coloração, podendo ser chamada, segundo Alcântara (1996), como preparação de substrato têxtil.

A etapa de preparação tem por função remover as sujidades da fibra, tais como: poeiras, óleos e graxas (CLARCK, 2011).

O primeiro processo de limpeza é chamado de purga. No caso da fibra de poliéster, a purga ocorre por meio da formação de uma emulsão contendo óleo e água, empregando um tensoativo, sendo os óleos de encimagem a principal sujidade dessa fibra (CLARCK, 2011). Esses óleos de encimagem são aplicados com o intuito de reduzir o atrito da fibra e reduzir a eletricidade estática das fibras sintéticas (CARMO, 2015).

Devido ao fato de as fibras de poliéster serem relativamente brancas em sua fabricação, o processo de alvejamento não é necessário (KARMAKAR, 1999).

## **2.6.2 Beneficiamento secundário**

Nessa etapa ocorre os processos chamados de tingimento e/ou estamparia, do qual ocorre a coloração total dos artefatos (tingimento), ou parcial (estamparia).

Os materiais têxteis são tingidos através da utilização de uma ampla gama de corantes, técnicas e equipamentos. Para o tingimento de poliéster são utilizados corantes dispersos, sendo esses praticamente insolúveis em água fria e não iônico (SALEM, 2010). O processo para tingir o poliéster é feito por ação física, chamado de esgotamento, o qual é necessário que ocorra a temperaturas superiores a 100°C, para que, dessa forma, ocorra a difusão do corante para o interior da fibra. (CEGARRA, 1981).

Salem (2010) diz que o tingimento com temperaturas muito baixas (inferiores a 70 °C) não é efetivo, pois as cadeias poliméricas encontram-se quase paralisadas, e, à medida que aumenta a temperatura, aumenta a vibração, ocasionando uma mobilidade de segmentos poliméricos nas regiões amorfas, abrindo cavidades suficientemente grandes, nas quais o corante pode difundir. O autor ainda cita que o processo deve ocorrer por esgotamento com temperaturas entre 128 °C a 130 °C sob pressão de 3,5 atm. Esse processo é denominado HT. Entretanto, também é possível tingir em tempos curtos de 60s a 120s com calor seco variando de 200 °C a 220 °C, no processo denominado Thermosol.

Dentro do processo de estamparia podemos encontrar tipos diferentes de estamparia, tais como: estamparia a quadros, estamparia rotativa de cilindros e a estamparia digital. Cada uma dessas técnicas possui particularidades diferentes, vantagens e desvantagens.

Para realização deste trabalho, será utilizada a estamperia digital, sendo considerada a estamperia mais recente.

Segundo Bowles e Isaac (2009), há duas fases designadas à estamperia digital. A primeira é chamada de processo de criação, ou ilustração/desenho. Antes realizada através de técnicas manuais, hoje passou por diversas transformações com adventos dos meios digitais. Logo, com a tecnologia as estampas passaram a ser elaboradas por meio de softwares computacionais. Para o autor, essa mudança de criação possibilita acrescentar efeitos visuais bem mais sofisticados no design da estamperia. A segunda fase está relacionada diretamente ao processo de impressão, onde o software de criação envia a imagem desejada diretamente para a impressora.

A estamperia digital basicamente pode ser resumida a dois tipos: diretas e indiretas. Enquanto a técnica de impressão direta ocorre por jato de tinta, a indireta, ocorre por termotransferência (BOWLES; ISAAC, 2009).

A Tabela 3 mostra as principais diferenças entre os dois tipos de estamperia digital.

<b>Estamperia digital direta</b>	<b>Estamperia digital indireta</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jato de tinta</li> <li>• Surgiu em 1970</li> <li>• Impressão em malhas de origem vegetal, animal e sintéticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termo transferência</li> <li>• Surgiu em 1990</li> <li>• Imprime malhas sintéticas apenas</li> </ul>

**Fonte: Adaptado de Bowles e Isaac (2009)**

O processo de impressão por termotransferência, que nesse caso é a interessada, ocorre por sublimação, onde a aplicação de calor faz com que ocorra a transferência da imagem previamente impressa em um papel para o tecido (BOWLES e ISAAC, 2009).

### **2.6.3 Beneficiamento terciário**

Conhecido como acabamento, é o processo final da etapa de beneficiar as malhas, que tem por função modificar, para melhor, as características físico-



químicas dos substratos. A operação mais significativa nessa etapa é chamada de amaciamento, ou seja, ocorre a aplicação de amaciantes ao substrato, proporcionando característica como: maciez, brilho, lisura e lubricidades (PEREIRA, 2010).

O beneficiamento terciário é considerado, para Souza (2010), o principal responsável pela estabilidade dimensional da malha. Nessa etapa ocorrem acabamentos que podem ser químicos ou mecânicos (SALEM *et al.*, 2005, apud NETTO, 2007). Entre os acabamentos químicos está a aplicação de resinas, que tem por finalidade aprimorar a estabilidade dimensional e diminuir o amarrotamento do mesmo (Neto, 2007). Cherem (2004) diz que o acabamento mecânico altera as malhas fisicamente, modificando assim as formas geométricas das laçadas através da utilização de máquinas. O autor ainda informa que os principais processos de acabamento mecânico são a hidroextração, secagem, compactação e enobrecimento da malha.

Na hidroextração, ocorre uma pré secagem, onde a malha é espremida por cilindros aquecidos. Esses cilindros são os mais utilizados e devem manter a pressão extremamente regulada de acordo com a estrutura e composição do artigo, além do controle residual de umidade. Segundo Souza (2010), a regulagem desses cilindros é extremamente importante para obter uma estabilidade dimensional melhor. Estes devem estar milimetricamente paralelos para não causar uma tensão maior em apenas um lado do tecido, e assim não alterar as formas geométricas das laçadas. Outro fator importante é atentar-se para o controle da umidade residual, sendo que para a malha entrar no processo de secagem esta deve estar com cerca de 90% de umidade relativa, podendo variar de acordo com o tempo de exposição.

Inteiramente ligado a alteração dimensional da malha está a rama e a termofixação. A termofixação é uma etapa do processo de beneficiamento de tecidos sintéticos, como é o caso do poliéster. A rama pode ser empregada para secagem e termofixação, e, a temperatura com essa máquina pode atingir 200 °C. Como a fibra de poliéster necessita de altas temperaturas para obter uma boa estabilidade dimensional, é indicado o uso da rama para exercer essa atividade (CHEREM, 2004).

Segundo Menachen e Preston (1993), a termofixação é baseada no aquecimento que obedece a uma faixa específica de temperatura, cuja o limite superior é a temperatura de fusão e o limite inferior é a temperatura de transição

vítrea da fibra, que são necessárias para a quebra de ligações secundárias. A termofixação tem como principais objetivos em seu processo:

- Homogeneização das fibras
- Eliminação de tensão interna, o que resulta na redução de encolhimento
- Aumento da estabilidade dimensional
- Redução do enrolamento das laterais das malhas

Os parâmetros mais importantes na termofixação são: tensão mecânica aplicada no tecido, temperatura e tempo (GIORDANO, 2014).

As mudanças ocasionadas pela termofixação não são apenas mecânicas, mas ocorrem também nas propriedades do poliéster. Com o aumento da temperatura, que no caso do poliéster deve ser de 200 °C, têm-se a redução na proporção de regiões cristalinas, uma vez que os cristalitos instáveis fundem e a massa polimérica recristaliza parcialmente. Quanto maior for a proporção de regiões não cristalinas depois da termofixação, que também sofre influência da taxa de resfriamento, tendo em vista que resfriamentos rápidos reduzem a recristalização, melhores serão as propriedades de tingimento (ODIAN, 1991).

## **2.7 Processo de Sublimação**

No processo de sublimação ocorre um fenômeno físico de mudança de estado pelo qual há uma mudança do estado sólido para o gasoso sem passar pela fase líquida, sendo que a imagem é impressa por uma impressora específica. Essa impressora possui cartuchos e tintas sublimáticas compostas por corantes dispersos. Nesse processo, a imagem da estampa deve ser impressa de maneira invertida, utilizando um papel especial em que a tinta deva permanecer apenas na superfície para posteriormente ser transferida para o tecido (UDALE, 2009).

É preciso realizar um pré processamento para criar uma imagem na superfície do tecido com impressão digital e serigráfica, e depois a transferência ocorre através de vapor para fixar a tinta (HSIEH; LIN, 2018). Para ocorrer essa transferência, o papel e os tecidos utilizados devem ser levados a prensa, sendo que parâmetros como pressão, temperatura e tempo devem ser controlados. A transferência é realizada na prensa e pode ser feita de forma plana ou em calandras.

A prensa térmica possui uma superfície plana, onde o papel e tecido são comprimidos e aquecidos. Durante o processo de sublimação, o corante penetra na fibra por conta do aquecimento. Na sublimação por calandra, o tecido deve ser colocado junto ao transfer e pressionado entre os cilindros, que podem ser aquecidos até a temperatura de 260 °C, onde ocorre a transferência de imagem (YAMANE, 2008). Quando se utiliza temperatura superior à termofixada no beneficiamento, esta pode propiciar alteração dimensional na malha, chegando até a danificar a imagem a ser impressa por sublimação.

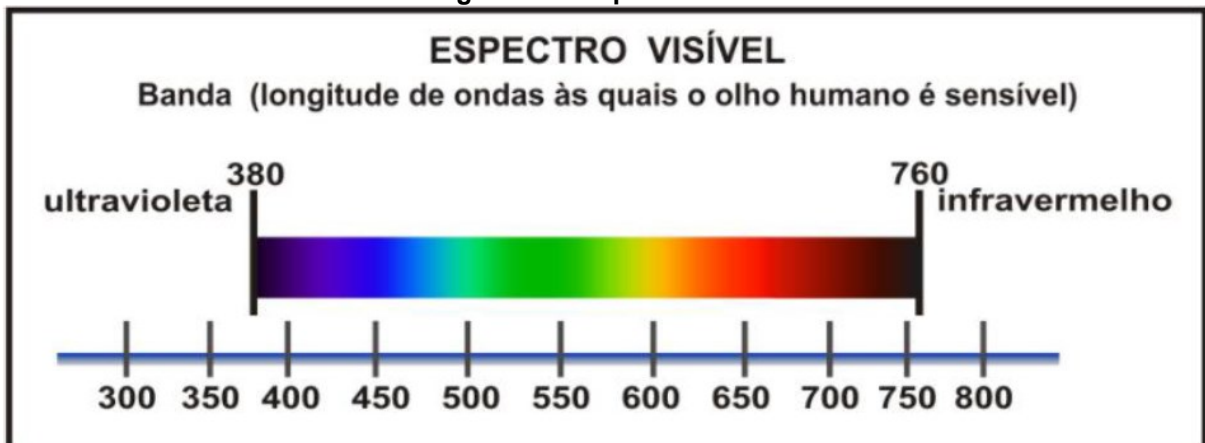
## 2.8 Colorimetria

Oliveira (2006) diz que a colorimetria pode ser definida como a ciência que estuda e descreve as cores, que faz com que a percepção humana as cores sejam quantificadas através de modelos matemáticos.

### 2.8.1 A cor

Segundo Roderick (1997) a visão é um processo perceptivo, no qual a captação da cor é feita pelos olhos humanos através do comprimento de onda que podem variar entre 380 a 760 nm (nanômetros). Portanto, a nível físico, a cor é uma distribuição espectral da radiação emitida. Nesse contexto, podemos encontrar viráveis como: refletância, dispersão e absorbância, para cada comprimento de onda. A região magnética na região do visível é apresentada pela Figura 12.

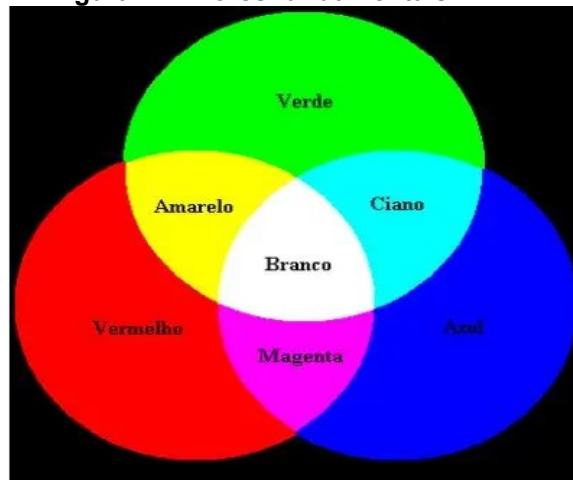
Figura 13 – Espectro visível



Fonte: Cordella (2018)

O fato de os seres humanos enxergarem a luz branca significa que ele recebeu todas as faixas de onda provenientes dessa cor ou quando a luz azul, verde ou vermelha é recebida em intensidade conveniente. Essas cores convenientes são chamadas de cores fundamentais (CREF - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENSINO DE FÍSICA, 2010). Segundo Salem (2010) a cor branca apresenta uma reflexão de 100% em toda a faixa de luz visível e, o preto, 0%. A Figura 13 representa as cores fundamentais.

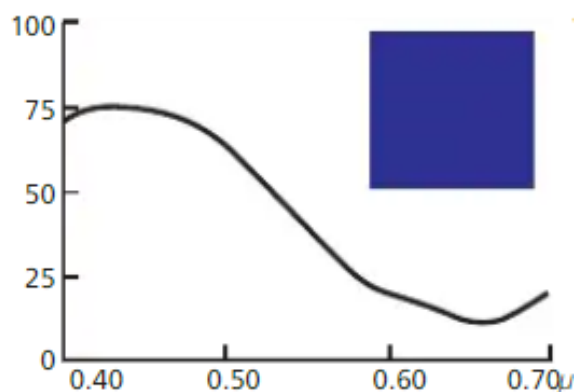
**Figura 14 - Cores fundamentais**



Fonte: CREF (2010)

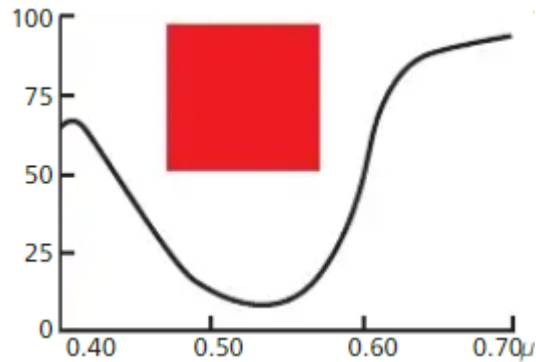
As Figuras 14, 15 e 16 representam exemplos de reflexão espectral de uma determinada superfície correspondente a porcentagem da luz refletida em cada faixa de luz visível em intervalos de 10 nanômetros.

**Figura 15 - Curva referente a reflexão da cor azul**



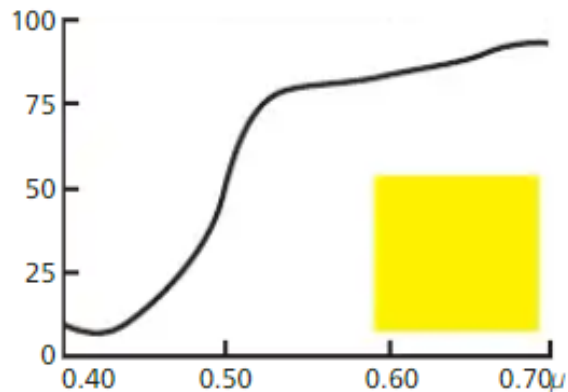
Fonte: Salem (2010)

**Figura 16 - Curva referente a reflexão da cor Vermelho**



Fonte: Salem (2010)

**Figura 17 – Curva referente a reflexão cor amarela**



Fonte: Salem (2010)

Portanto, ao fazer a leitura no espectro referente às cores indicadas pelas figuras 14, 15 e 16, a curva deve ser semelhante. Observe que a cor amarela apresenta seu valor de reflexão próxima do 100%, o que indica que é uma cor com baixa absorbância de alta intensidade colorística (k/s).

A Tabela 4 apresenta as faixas de comprimento de onda do espectro de algumas cores primárias.

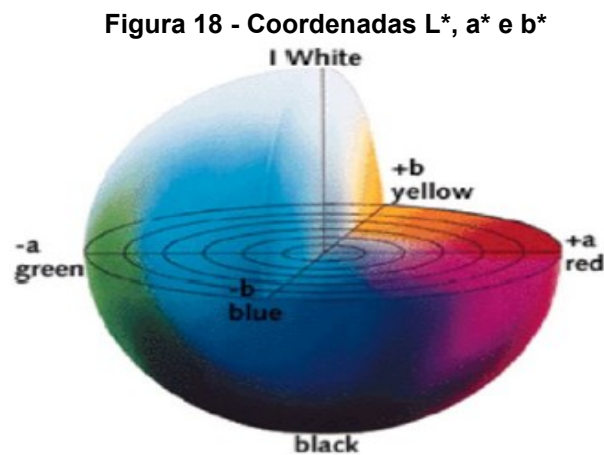
**Tabela 4 - Faixa de espectro visível em nm**

Cor	Faixa do Espectro (nm)
Azul	430 - 485
Amarelo	570 - 595
Vermelho	610 - 700

Fonte: Adaptado de Salem (2010)

### 2.9.2 Sistema CIELAB

Atualmente, na indústria têxtil, é adotado o sistema CIELAB. Trata-se de um sistema de coordenadas retangulares, cujos eixos, representados pela Figura 18, são:



Fonte: Anand *et al.*, (2016)

De acordo com a Figura 18 temos a representação de três coordenadas, sendo elas: L, a e b. A letra L representa a luminosidade, podendo variar entre 0 (preto ideal) e 100 (branco ideal); a coordenada a\* que representa a cor vermelha (+ a\*) e verde (- a\*); a coordenada b\*, representando a cor amarela (+ b\*) e azul (- b\*) (ANAND *et al.*, 2016).

### 2.9.3 Intensidade colorística

Uma das maneiras de avaliação dos testes, é a avaliação colorística (K/S) calculada através dos valores da refletância. Esse cálculo é feito pela equação de Kubelka-Munk:

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{(2 \cdot R)} \quad (1)$$

Onde:

K = Coeficiente de absorção

S = Coeficiente de difusão

R = Refletância

Assim, quanto maior for o valor de  $k/s$  podemos dizer maior será a intensidade colorística da cor.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste capítulo, serão apresentados os materiais e a metodologia utilizada nesta pesquisa, na caracterização das malhas, bem como no processo de sublimação e análise de cor. A avaliação estudada neste trabalho está no processo de estamperia sublimática, sendo feitas análises em 4 malhas de poliéster com propriedades e características diferentes, verificando ao final, através de testes laboratoriais, análises de cor de estampas sublimáticas, de cores primárias (amarelo, vermelho e azul), estampadas em malhas de trama 100% poliéster de estrutura mono e duplafrentura.

#### **3.1 Materiais**

- ✓ 4 malhas de trama da mesma composição 100% PES, porém com propriedades diferentes;
- ✓ Régua;
- ✓ Conta-fios;
- ✓ Balança analítica;
- ✓ Cortador circular;
- ✓ Impressora sublimática;
- ✓ Papel sublimático;
- ✓ Prensa térmica;
- ✓ Espectrofotômetro.

#### **3.2 Metodologia**

Essa pesquisa pode ser classificada quanto ao seu procedimento como sendo uma pesquisa experimental. Para Gil (2007), esse tipo de pesquisa consiste em determinar um objeto de estudos, que no caso é a análise da cor, selecionando variáveis que sejam capazes de influenciar no resultado.



Quanto aos seus objetivos, identifica-se como pesquisa explicativa. Esse tipo de pesquisa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência dos resultados (GIL, 2007).

Este trabalho também busca gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a solução de problema específico. Por isso, pode ser classificado quanto a sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada.

### 3.2.1 Caracterização das malhas

As malhas estudadas são de composição 100% poliéster, porém com propriedades diferentes, sendo caracterizadas como:

Malha 1: composta por fio 100% poliéster, fio fiado em sistema anel (*ring spinning*), produzida em tear circular monofrontura;

Malha 2: composta por fio 100% poliéster, multifilamento texturizado (em sistema jato de ar), produzida em tear circular monofrontura;

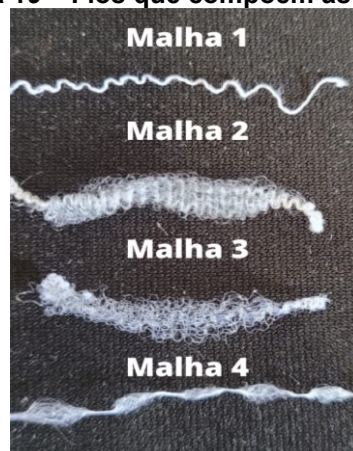
Malha 3: composta por fio 100% poliéster, multifilamento texturizado (em sistema jato de ar), produzida em tear circular duplafrentura;

Malha 4: composta por fio 100% poliéster, multifilamento texturizado tangleado, produzida em tear circular duplafrentura;

Com o intuito de facilitar as análises, cada malha será nomeada no trabalho por Malha 1, Malha 2, Malha 3 e Malha 4.

A Figura 19 representa os fios que compõem as malhas que serão utilizadas no experimento.

**Figura 19 – Fios que compõem as malhas**



Fonte: Autor (2022)

### 3.2.1.1 Estrutura da malha

Para determinação da estrutura da malha foi utilizado os procedimentos contidos na NBR 13460 - Tecido de malha por trama - Determinação da estrutura, essa norma tem como objetivo determinar a estrutura de tecidos de malha por trama.

Através desta norma foi possível obter as estruturas e diferenciá-las para cada uma das malhas a serem analisadas.

### 3.2.1.2 Gramatura

Realizou-se gramatura (massa por unidade de área) de acordo com a NBR 10591 Materiais têxteis - Determinação da gramatura de superfícies têxteis. O objetivo da norma é prescrever o método para determinar a gramatura de malhas e tecidos planos.

A norma prescreve a aparelhagem que foi utilizada, bem como os métodos do ensaio, sendo estes a preparação do corpo de prova, seu procedimento e os resultados obtidos em (g/m<sup>2</sup>).

Realizou-se o corte em cortador circular e pesou-se 3 amostras de cada malha em balança analítica e anotou-se o peso em gramas. Posteriormente, calculou-se a gramatura por meio da Equação (2).

$$\frac{g}{m^2} = M \times 100 \quad (2)$$

Onde, M é a média aritmética dos valores obtidos.

### 3.2.1.3 Densidade

A densidade da malha foi obtida conforme a NBR 12060 Materiais têxteis - Determinação do número de carreiras/cursos e colunas em tecidos de malha. Essa norma tem como objetivo prescrever o método utilizado para determinar o número de carreiras/cursos e colunas, por unidade de comprimento em tecidos de malha.

Além da aparelhagem a norma prescreve como foi feito a contagem do número de carreiras e colunas por cm e realizado o cálculo da densidade das malhas em cm<sup>2</sup>.

Para o cálculo da densidade, utilizou-se a Equação (3) para carreiras e (4) para colunas.

$$\text{número de carreiras (cm)} = \frac{\text{total de carreiras do corpo de prova}}{\text{comprimento do corpo de prova (cm)}} \quad (3)$$

$$\text{número de colunas (cm)} = \frac{\text{total de colunas do corpo de prova}}{\text{comprimento do corpo de prova (cm)}} \quad (4)$$

### 3.2.2 Planejamento experimental

Neste trabalho foi utilizado o planejamento experimental fatorial de dois níveis (+1 e -1) e duas variáveis  $2^2$  (Tempo e Temperatura), com triplicata no ponto central. Segundo Calado e Montgomery (2003), este planejamento consiste em realizar teste com cada uma das combinações da matriz experimental, para ao final definir assim as melhores condições para cada um dos testes realizados.

Os fatores e os níveis estão demonstrados na Tabela 5 e a matriz do planejamento de experimentos na Tabela 6.

**Tabela 5 - Variáveis do processo, níveis e ponto central**

Variáveis	Níveis		Pontos centrais
	-1	+1	0
T (°C)	200	240	220
Tempo (s)	10	30	20

Fonte: Autor (2022)

**Tabela 6 - Planejamento fatorial  $2^2$**

Planejamento Fatorial		
Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)
1	-	-
2	+	-
3	-	+
4	+	+
5	0	0
6	0	0
7	0	0

Fonte: Autor (2022)

Definiu-se os fatores (variáveis) e a resposta para os fatores estudados. Após a definição do planejamento fatorial completo, foi estabelecido que o ponto central, seria realizado em triplicata, totalizando-se 7 experimentos por cor e por malha.

### 3.2.3 Processo de sublimação

Para realizar o processo de sublimação, definiu-se as cores que seriam as cores primárias a serem estampadas, sendo estas: azul, vermelho e amarelo, conforme mostra a Figura 20.

**Figura 20 - Cores primária utilizadas no processo de sublimação**



Fonte: Autor (2022)

Realizou-se a impressão das cores em papel sublimático e tinta sublimática, e em seguida fez-se a sublimação na prensa térmica no laboratório L007 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná nos tempos e temperaturas definidos no planejamento experimental (Tabela 5).

### 3.2.4 Leitura da Cor

Após o processo de sublimação, foi realizada a leitura das respectivas cores, na faixa espectral da luz visível de 400 a 700 nm, por meio do espectrofotômetro DeltaVista 450g, como mostra a Figura 21. Antes das leituras, realizou-se a calibração do equipamento.

**Figura 21 - Espectrofotômetro da marca Delta Color**



Fonte: [deltacolorbrasil.com](http://deltacolorbrasil.com)

Em seguida, com o auxílio do software da própria marca (i7 software) foram obtidos os valores de  $L^*$ ,  $A^*$ ,  $B^*$  e os valores de comprimento de onda de cada cor.

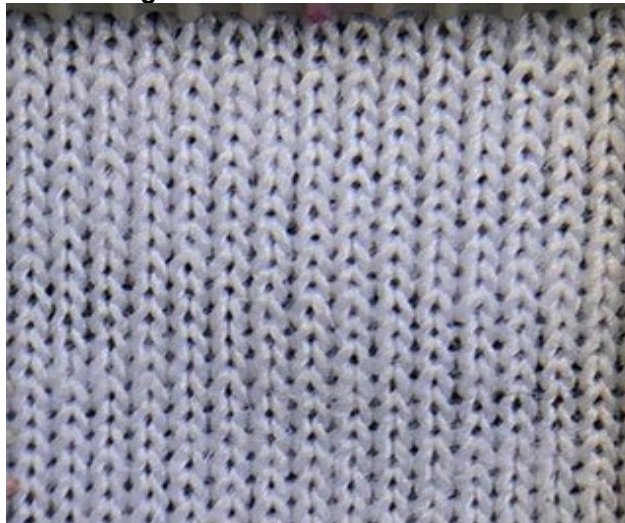
## 4 RESULTADOS

### 4.1 Caracterização das malhas

#### 4.1.2 Estrutura das Malhas

Com o auxílio do conta-fios foi registrado as estruturas de cada malha. A Figura 22 representa o lado direito da Malha 1, enquanto que a figura 23 representa o lado avesso.

**Figura 22 – Lado direito Malha 1**



Fonte: Autor (2022)

**Figura 23 - Lado Avesso da Malha 1**



Fonte: Autor (2022)

A Malha 2, por também ser monofrontura, apresenta lado direito e avesso (igual à Malha 1). Mas a estrutura é diferente, como mostra a Figura 24 representando o lado direito e a Figura 25 o lado avesso da Malha 2.

**Figura 24 - Lado direito Malha 2**



**Fonte: Autor (2022)**

**Figura 25 - Lado avesso Malha 2**

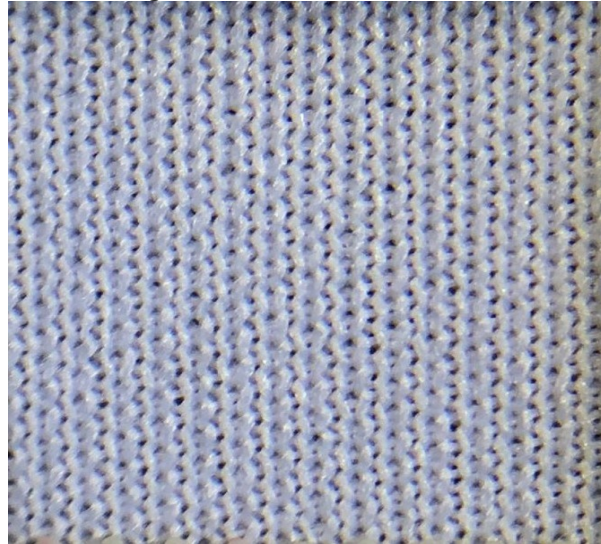


**Fonte: Autor (2022)**



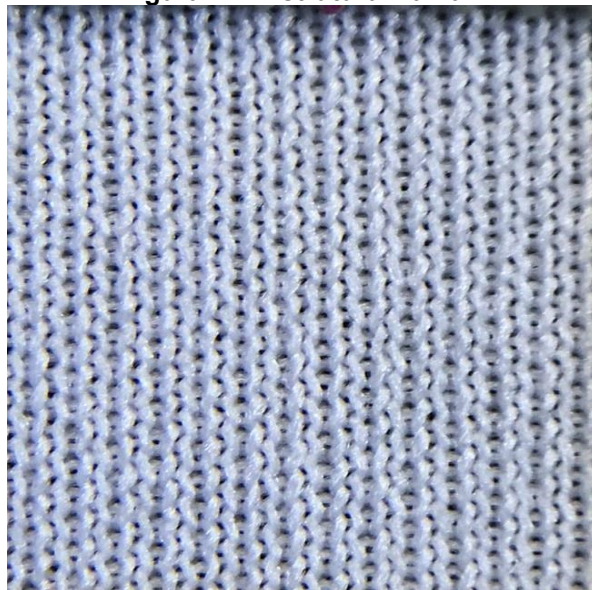
Como as malhas 3 e 4 são duplafrontura, as mesmas foram registradas apenas de um lado, como mostra as Figuras 26 e 27.

**Figura 26 – Estrutura Malha 3**



Fonte: Autor (2022)

**Figura 27 - Estrutura Malha 4**



Fonte: Autor (2022)



#### 4.1.2 Gramatura e Densidade das malhas

Os testes de gramatura foram realizados em triplicata para cada uma das malhas, e seguem apresentados na Tabela 7, o peso da área de 10 cm<sup>2</sup>, e calculado a gramatura em gramas por metro quadrado.

**Tabela 7 - Gramatura das malhas**

	<b>Malha 1</b>	<b>Malha 2</b>	<b>Malha 3</b>	<b>Malha 4</b>
Peso 1	1,66	1,26	1,24	1,25
Peso 2	1,65	1,3	1,21	1,25
Peso 3	1,66	1,28	1,26	1,26
<b>Média</b>	<b>1,66</b>	<b>1,28</b>	<b>1,24</b>	<b>1,25</b>
Desvio padrão	0,01	0,02	0,03	0,01
CV%	0%	2%	2%	0%
<b>Gramatura (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>165,7</b>	<b>128,0</b>	<b>123,7</b>	<b>125,3</b>

**Fonte: Autor (2022)**

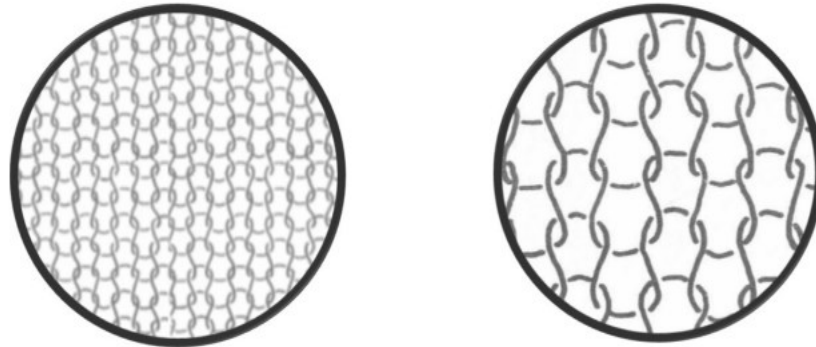
Com os resultados apresentados na Tabela 7, é possível observar que a Malha 1 apresenta gramatura maior que as outras malhas. Isso deve-se ao fato que nesta malha o fio utilizado possui titulação maior que os fios multifilamentos (texturizado e tangleado) utilizados na produção das malhas 2, 3 e 4.

Ao comparar os resultados de gramatura das malhas 2, 3 e 4, podemos afirmar que as mesmas possuem a mesma gramatura. A norma ABNT 10591 que trata da variação da gramatura das malhas, recomenda que elas podem possuir uma variação de até 5%. As malhas analisadas apresentaram uma diferença máxima de 3,3%. Desta forma podemos afirmar que as mesmas estão classificadas na mesma faixa de gramatura.

Para realizar a análise da densidade, inicialmente contou-se a quantidade de carreiras/cm e colunas/cm. Em seguida calculou-se a densidade (pontos/cm<sup>2</sup>) por meio da equação (2) e (3) a contagem do número de carreiras. Para identificação da densidade das malhas seguiu-se a NBR 12060, que foi utilizado o conta-fios para contagem do número de carreiras e colunas.

Saber a densidade das malhas é muito importante na malharia, pois interfere diretamente nas características físicas da malha, como por exemplo elasticidade, flexibilidade, estabilidade dimensional, respirabilidade, permeabilidade ao ar, além de interferir na produção, pois ocorre alterações no consumo de fios e conseqüentemente no custo do produto. Além destes, a densidade também serve para mostrar a quão aberta ou fechada é a malha, logo, quando a malha é mais fechada dizemos que ela é mais densa. A Figura 28 apresenta duas configurações de malha relacionada a densidade.

**Figura 28 - Densidade da Malha**



Fonte: Ribeiro (2022)

A esquerda tem-se uma malha com densidade maior. Logo, esta apresenta fator de cobertura maior e conseqüentemente menor comprimento do ponto. Já a figura da direita é o oposto. A Tabela 8 mostra os valores da densidade das malhas encontrados.

**Tabela 8 - Densidade das malhas**

	<b>Malha 1</b>		<b>Malha 2</b>		<b>Malha 3</b>		<b>Malha 4</b>	
	Carreiras/cm	Colunas/cm	Carreiras/cm	Colunas/cm	Carreiras/cm	Colunas/cm	Carreiras/cm	Colunas/cm
<b>Amostra 1</b>	17	21	16	21	14	14	17	22
<b>Amostra 2</b>	18	21	17	21	14	16	19	22
<b>Amostra 3</b>	18	21	17	21	14	14	17	22
<b>Média</b>	<b>17,7</b>	<b>21</b>	<b>16,7</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>14,7</b>	<b>17,7</b>	<b>22</b>
Desvio padrão	0,58	0	0,58	0	0	1,2	1,2	0
CV%	3%	0%	3%	0%	0%	8%	7%	0%
<b>Densidade (pontos/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>371,7</b>		<b>350,7</b>		<b>205,8</b>		<b>388,8</b>	





























Fonte: Autor (2022)

Com base nos valores apresentados, a malha 4 apresenta uma densidade maior, logo, pode-se dizer que a mesma apresenta um fator de cobertura maior e, conseqüentemente, um comprimento no ponto menor. As malhas 1 e 2, apesar de apresentarem uma densidade menor que a malha 4, também apresentam valores próximos da mesma, enquanto que a malha 3 apresenta um valor mais baixo, o que indica uma densidade menor, um fator de cobertura menor e comprimento do ponto maior, quando comparado às outras malhas.

#### 4.1 Processo de sublimação

As Tabelas 9, 10 e 11 mostram os resultados do processo de sublimação para cada cor em todas as malhas. Comparando os resultados visuais apresentados pode-se observar que as amostras que ficaram com tempo e temperaturas menores, sendo esses 10 segundos e 200°C, apresentaram tons de cores mais claros (amostras 1).

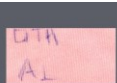















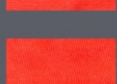


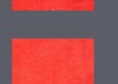



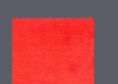
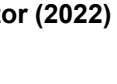



**Tabela 9 - Resultado do experimento cor Azul**

Planejamento Fatorial						
Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)	Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
1	-	-				
2	+	-				
3	-	+				
4	+	+				
5	0	0				
6	0	0				
7	0	0				

Fonte: Autor (2022)






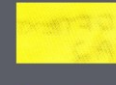


















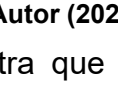
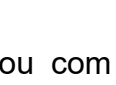
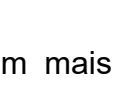
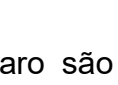
**Tabela 10 - Resultado do experimento cor vermelha**

Planejamento Fatorial

Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)	Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
1	-	-				
2	+	-				
3	-	+				
4	+	+				
5	0	0				
6	0	0				
7	0	0				

Fonte: Autor (2022)

Tabela 11 - Resultado do experimento cor Amarelo

Planejamento Fatorial						
Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)	Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
1	-	-				
2	+	-				
3	-	+				
4	+	+				
5	0	0				
6	0	0				
7	0	0				

Fonte: Autor (2022)

Além da amostra 1, outra amostra que ficou com tom mais claro são as amostras 3, que apresentaram temperaturas menores com o tempo maior. Logo, pode-se perceber a influência da temperatura que fez com que a amostra 3 apresentasse uma cor mais intensa que a amostra 1.

Além das análises visuais da parte da frente da frente do tecido (lado direito), lado esse em que foi feito as estampagens, também observou-se o comportamento do lado avesso, averiguando se houvesse ou não migração da cor, como mostra as Tabelas 12, 13 e 14.

**Tabela 12 - Lado avesso das malhas na cor Azul**

Planejamento Fatorial			Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)				
1	-	-				
2	+	-				
3	-	+				
4	+	+				
5	0	0				
6	0	0				
7	0	0				

Fonte: Autor (2022)

Tabela 13 - Lado avesso das malhas na cor Vermelho

Planejamento Fatorial				Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)					
1	-	-	MFT A1	MFT A1	MFT A1		
2	+	-	MFF A2	MF A2	MFT A2	DTA A2	
3	-	+		MFT A3	MFT A3		DTA A3
4	+	+	MFF A4	MFT A4	MFT A4	DTA A4	
5	0	0	MFF A5	MFT A5	MFT A5	DTA A5	
6	0	0	MFF A6	MFT A6	MFT A6	DTA A6	
7	0	0	MFF A7	MFT A7	MFT A7	DTA A7	

Fonte: Autor (2022)

Tabela 14 - Lado avesso das malhas na cor Amarelo

Planejamento Fatorial				Malha 1	Malha 2	Malha 3	Malha 4
Amostras	T (°C)	Tempo (seg.)					
1	-	-	A1	MT A1	DTEx A1		
2	+	-	MFF A2	MT A2	DTEx A2		DTA A2
3	-	+	MFF A3	MT A3	DTEx A3		DTA A3
4	+	+	MFF A4	MT A4	DTEx A4		DTA A4
5	0	0	MFF A5	MT A5	DTEx A5		DTA A5
6	0	0	MFF A6	MFT A6	DTEx A6		DTA A6
7	0	0	MFF A7	MT A7	DTEx A7		DTA A7

Fonte: Autor (2022)

No processo de sublimação, é importante que não ocorra à migração da cor para o lado avesso, pois afeta na qualidade das malhas, podendo ocorrer manchas em outras malhas. Nas tabelas que apresentam os resultados do lado avesso das malhas pode-se perceber que as amostras de número 2 e 4, para todas as cores, apresentou migração da cor para o lado avesso. Ambas amostras apresentam em comum a temperatura de 240 °C. A amostra 4, por apresentar um tempo maior que a amostra 2, teve uma quantidade maior de migração de cor.

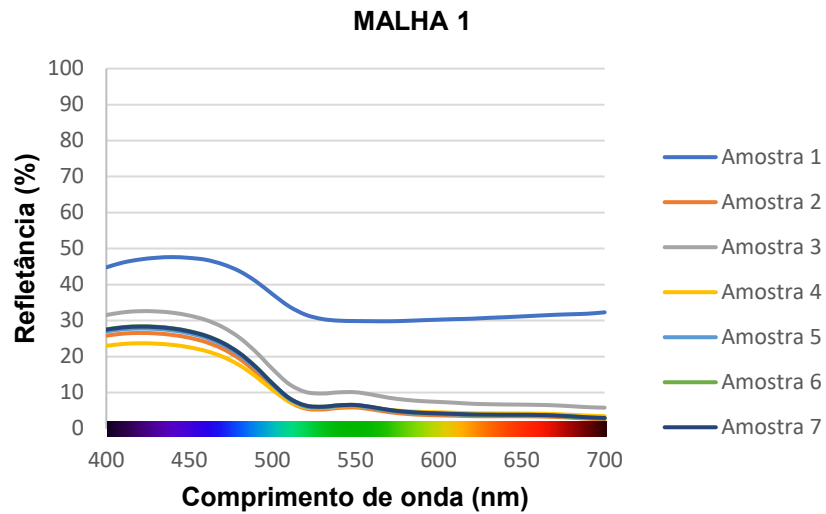
As amostras de número 3 apresentou uma tonalidade mais clara quando comparado ao restante das amostras. Por fim, as amostras de número 5, 6 e 7 apresentaram bons resultados visuais. Neste sentido, a fim de verificar a intensidade dessas cores, fez-se a leitura no espectro para melhores análises.

Com o intuito de verificar o comprimento de onda de cada faixa de cor, foi feito a leitura no espectrofotômetro para cada cor. Como dito anteriormente, cada cor corresponde entre uma faixa de valores de comprimento de onda no espectro, sendo que a cor azul pode variar entre 430 – 485 nanômetros, a cor Vermelha na faixa de 610 – 700 nanômetros e o Amarelo na faixa de 570 – 595 nanômetros. A fim de confirmar essa escala, plotou-se os Gráficos das cores em cada malha.

Os Gráficos de 1 a 12 representam a refletância encontrada através das leituras, onde o eixo Y representa a porcentagem de refletância variando de 0 a 100% e o eixo X a escala do espectro com variações de 400-700 nanômetros.

Os Gráficos de 1 a 4 correspondem às cores leituras da cor azul no espectro, do qual, segundo Salem (2010) essa cor corresponde à escala variante entre 430 – 485 nm.

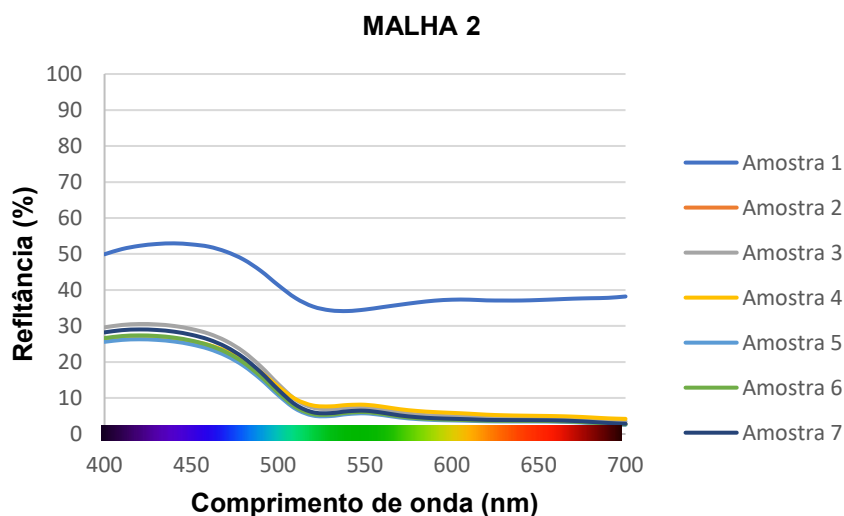
**Gráfico 1 - Leitura do espectrofotômetro cor Azul**



Por meio do Gráfico 1 é possível perceber que as curvas de todas amostras apresentam uma variação na escala 430 – 485 nm, confirmando que esta é a cor descrita. Para esta malha, a amostra de número 4 apresentou menor valor de refletância, ou seja, a malha apresentou boa absorção. Em seguida, a amostra número 2 também apresentou boa absorção com valores bem próximo da amostra 7.

Na malha 2 os comportamentos da curva são parecidos com a malha 1, mas a curva da amostra 1 ultrapassa o valor 50%, enquanto que na malha 1 os valores chegam próximos do 50%, o que indica uma refletância maior no fio texturizado.

**Gráfico 2 - Leitura do espectrofotômetro cor Azul**

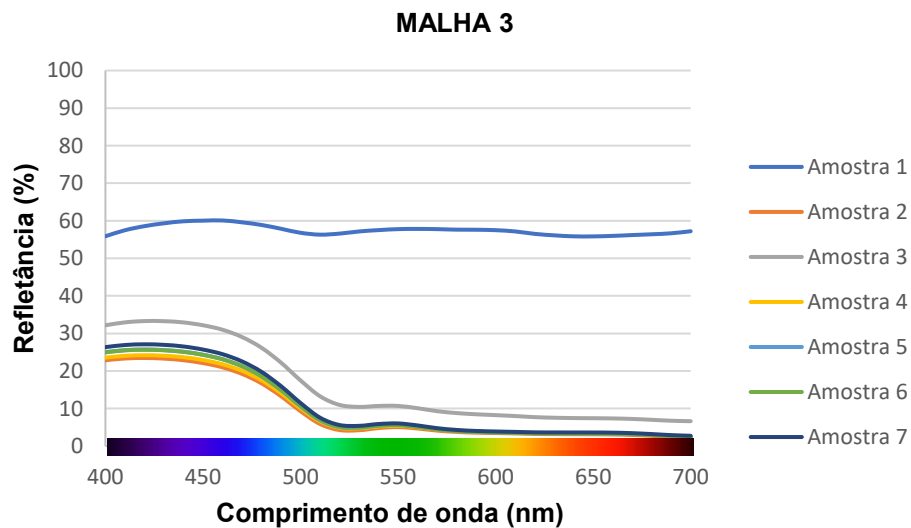




A malha de número 2 apresentou os valores de leituras, no geral, com variações bem próximas dos 30%, com exceção da amostra 1.

Na malha 3 (Gráfico 3) é possível observar que a amostra 1 apresentou um valor em 60% da sua curva, sendo essa a mais próxima de 100% dentre as malhas de cor azul. Esse fato indica uma tonalidade de cor mais próxima do branco. Em contrapartida a amostra de número 6 apresentou um valor menor de refletância, o que indica que o tecido absorveu mais a cor durante o processo.

**Gráfico 3 - Leitura do espectrofotômetro cor Azul**

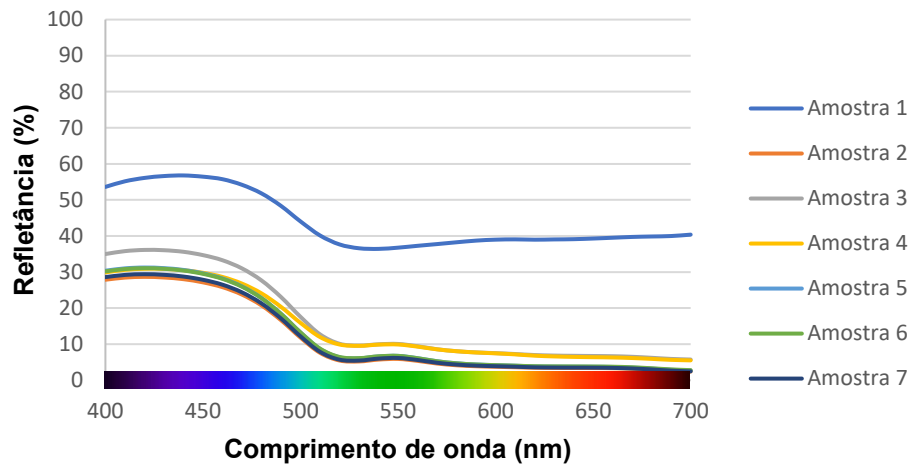


Fonte: Autor (2022)

As amostras de todas as malhas na cor azul, apesar de algumas variações, apresentaram valores próximos, como mostra os Gráficos 4 e 5. Para a Malha 3, assim como na Malha 1 e 2, a melhor amostra é a de ponto central, pois, apesar de não apresentar o maior valor para K/S, é que se aproxima do melhor valor sem que houvesse migração de cor. O mesmo comportamento se observa na Malha 4 (Gráfico 4).

**Gráfico 4 - Leitura do espectrofotômetro cor Azul**

**MALHA 4**

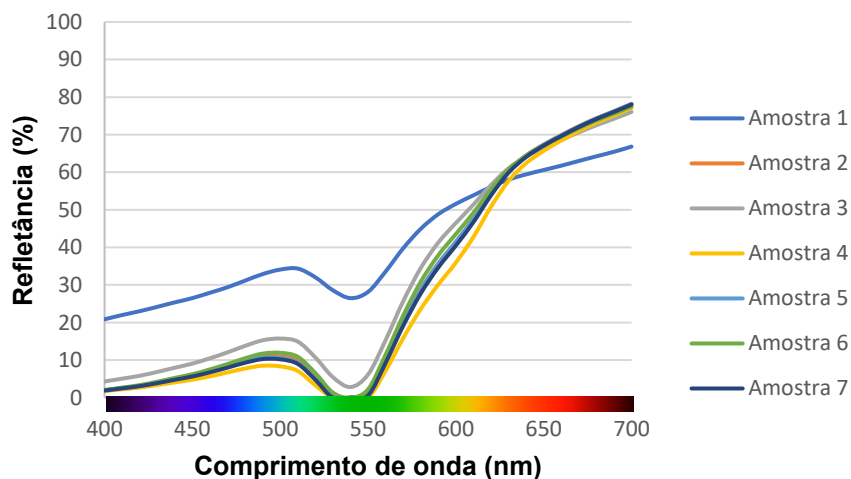


Fonte: Autor (2022)

Para interpretação da refletância da cor vermelho, vale ressaltar que os seus valores no espectro se encontram entre 610 – 700 nm. Através do Gráfico 5 é possível observar que a refletância das amostras se encontra próximas de 80%, indicando que o vermelho é uma cor mais reflexiva que a cor azul.

**Gráfico 5 - Leitura do espectrofotômetro cor Vermelho**

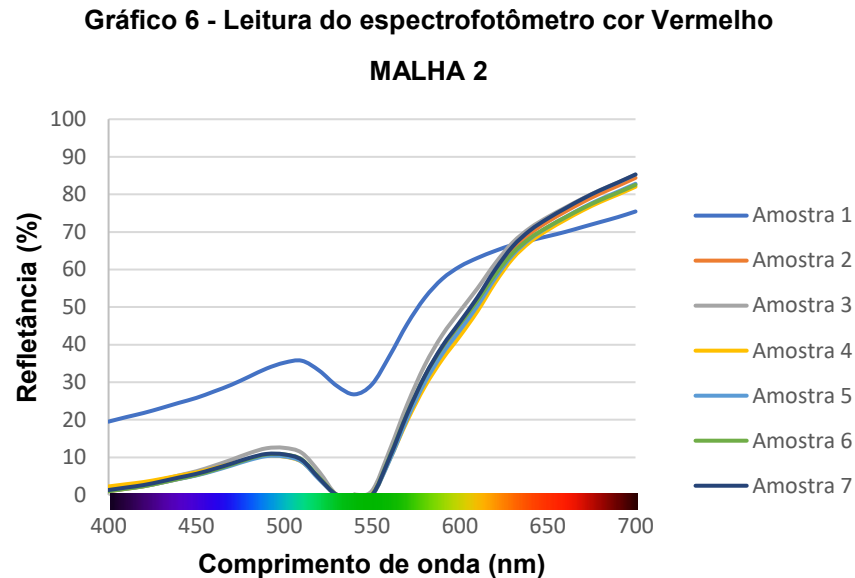
**MALHA 1**



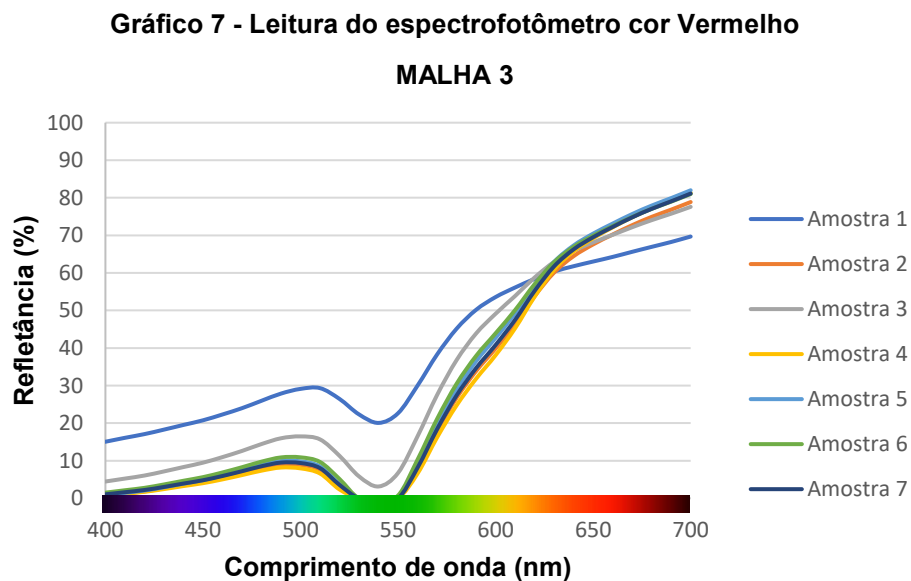
Fonte: Autor (2022)

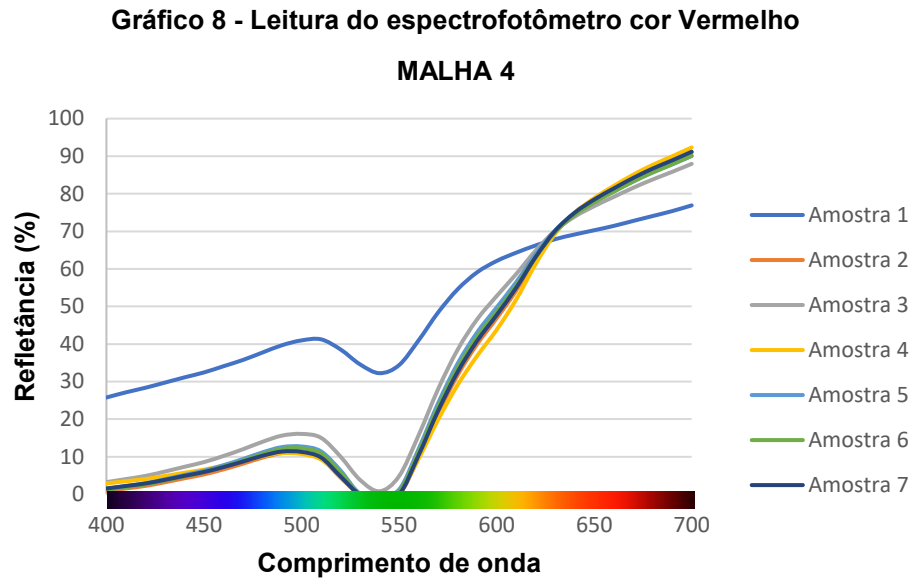
Para a Malha 1 da cor vermelha, a amostra de número quatro mostrou-se ser a cor com menor porcentagem de refletância. A amostra 4, assim como na cor azul,

também obteve bons valores de K/S, mas também não deve ser considerado. Portanto, a amostra 5, 6 e 7 são indicadas para o processo.



A amostra de número 3 também apresentou comportamento semelhantes em ambas as malhas, tendo em vista que essa é a curva que mais se aproxima da amostra 1, ou seja, obteve uma refletância maior quando comparado a outras amostras. Tal fato também pode ser observado pelo Gráfico 7.

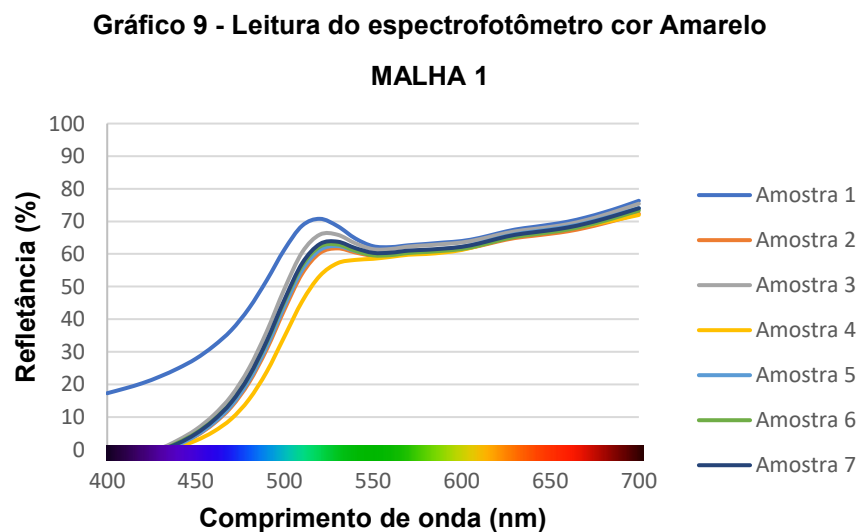




Fonte: Autor (2022)

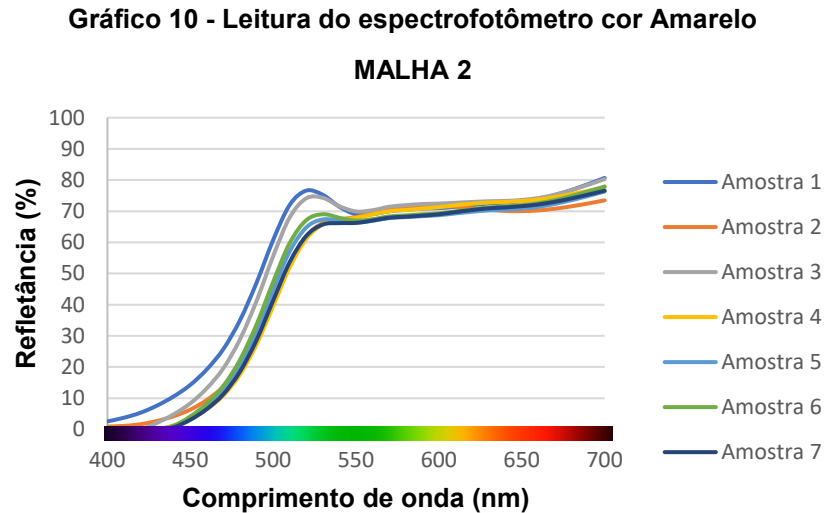
A cor em que o amarelo representa no espectro fica entre 570-595 nm. Os Gráficos de refletância referente a todas as cores estão similares com as Figuras 14, 15 e 16, incluindo para a cor amarelo, que será mostrado a seguir. Os Gráficos 9, 10 e 11 referem-se as leituras de refletância da cor amarelo.

Através do Gráfico 9 é possível perceber que cor amarela é uma cor muito reflexiva, com valores próximos de 80%.



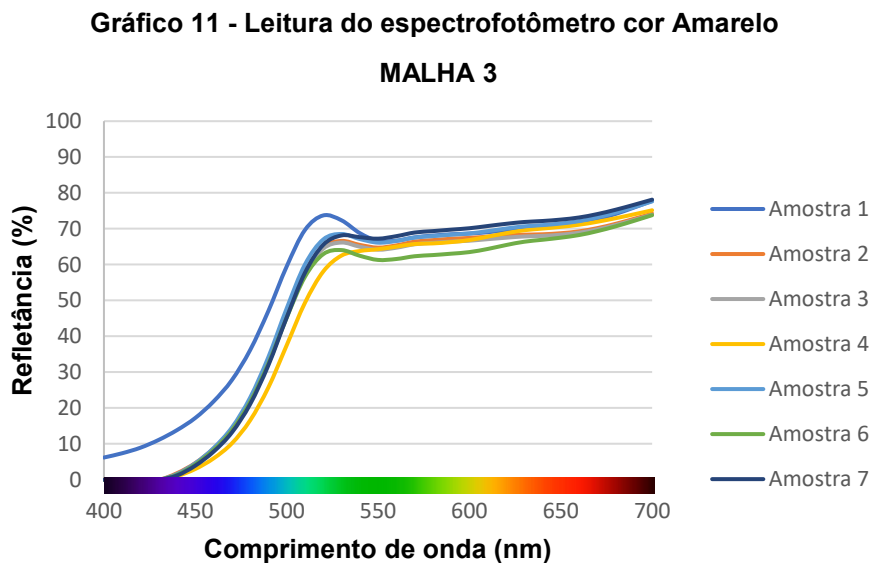
Fonte: Autor (2022)

O Gráfico 10 nos mostra que a amostra que a temperatura com menor tempo e temperatura houve pouca absorção. Os valores das triplicatas (pontos centrais) apresentaram valores bem próximos um dos outros.



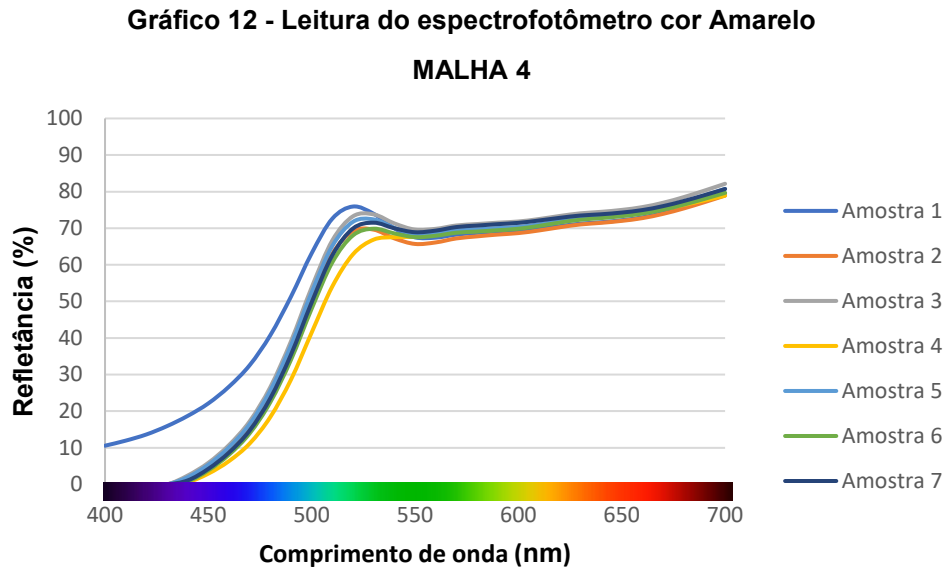
Fonte: Autor (2022)

No Gráfico 11 é possível notar que a amostra 4 apresentou um bom grau de absorbância, mas, assim como nas outras malhas, também houve migração da cor para o lado avesso. A amostra de número 6 apresentou o maior valor para absorbância sem que houvesse migração de cor.



Fonte: Autor (2022)

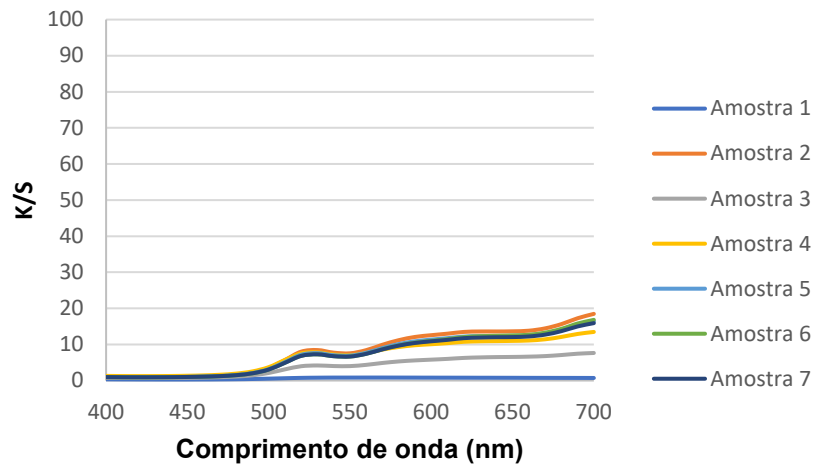
Por fim, o Gráfico de refletância referente a malha 4 na cor amarelo também apresentou um valor menor na amostra 4, com resultados semelhantes aos Gráficos anteriores.



De acordo com os Gráficos, pode-se confirmar que as escalas do espectro ditas anteriormente pela tabela 4 foram confirmadas para cada cor. Além desta, é possível observar que em todos os Gráficos, a amostra 1 apresenta um valor maior no Gráfico de refletância, o que indica que a transferência da cor praticamente não ocorreu, podendo dizer que a temperatura de 200 °C junto ao tempo de 10 segundos não apresentaram resultados satisfatórios.

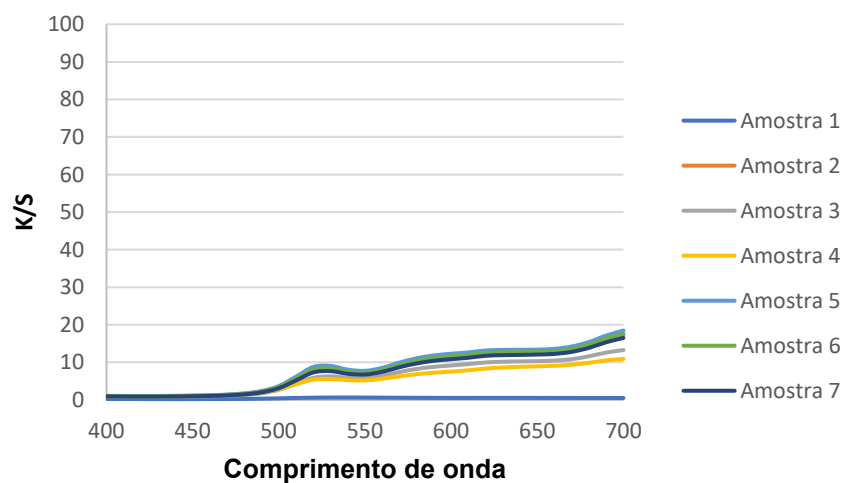
Além da refletância, também fez-se a verificação da intensidade colorística (K/S) das cores de acordo com a variação dos parâmetros de tempo e temperatura. O Gráfico 13 mostra a intensidade colorística da cor azul na Malha 1.

Os valores das leituras do espectrofotômetro para todas as malhas e cores estão descritos pelas tabelas contidas no anexo 1 ao final do trabalho.

**Gráfico 13 - K/S cor Azul****K/S - MALHA 1****Fonte: Autor (2022)**

Ao compararmos a amostra número de 1 da refletância com a número 1 de K/S podemos observar que a curva inverteu. Isso se dá devido ao fato de que quanto maior for a refletância menor será o valor de K/S. Portanto, nesse caso, a amostra número teve pouca intensidade colorística. Nesse caso, a amostra número 3 também não obteve valor de K/S baixo, apresentando uma tonalidade de cor clara.

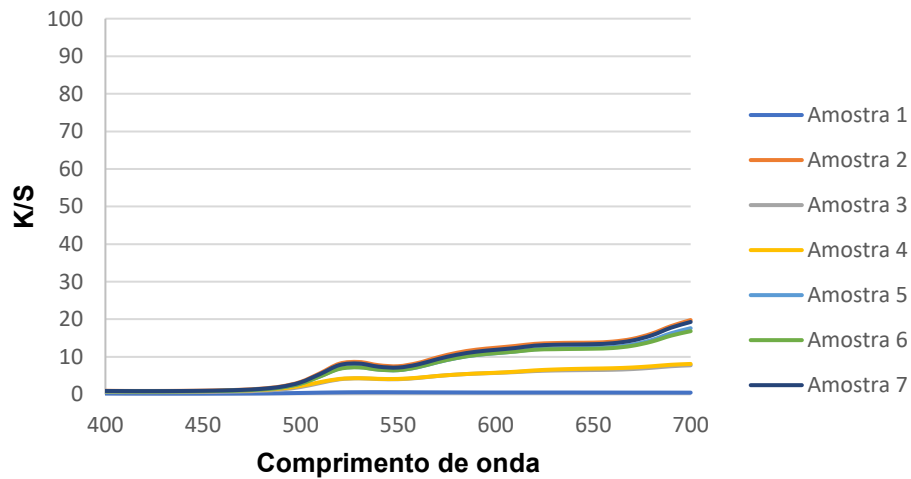
Essa consideração não se aplicou na malha 2. Através do Gráfico 14 podemos observar que apenas a amostra 1 apresentou um valor de K/S baixo, enquanto que a amostra 3 apresentou um resultado mais eficiente.

**Gráfico 14 - K/S cor Azul****K/S - MALHA 2****Fonte: Autor (2022)**

O fato de apenas a amostra 1 ter ficado com tonalidade mais clara aconteceu devido ao fato de que fios texturizados serem multifilamentos e apresentarem fibras curtas, o que gera um espaço maior entre as carreiras e colunas. O mesmo comportamento é observado no Gráfico 15 onde a mesma também apresenta fio texturizado.

**Gráfico 15 - K/S cor Azul**

**K/S - MALHA 3**



**Fonte: Autor (2022)**

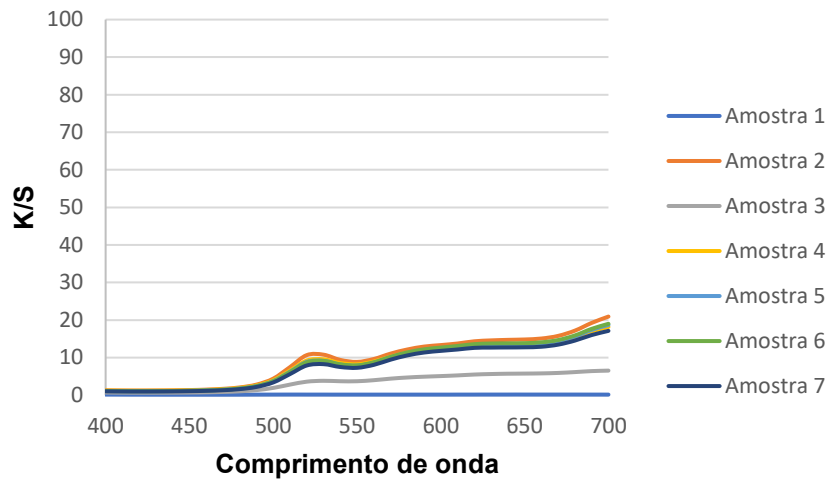
Nesse caso, a amostra 4 apresentou um valor de K/S considerado baixo, tendo em vista que essa amostra refere-se ao tempo e temperaturas maiores.

Devido ao fio ter apresentado uma absorvância baixa, a cor migrou para o lado avesso. Assim como no Gráfico 13, o Gráfico 16 apresentou comportamentos semelhantes referentes às amostras 1 e 3. Além desta, outra semelhança estão no valor de maior intensidade colorística, sendo essa a amostra número 2.



Gráfico 16 - K/S cor Azul

K/S - MALHA 4

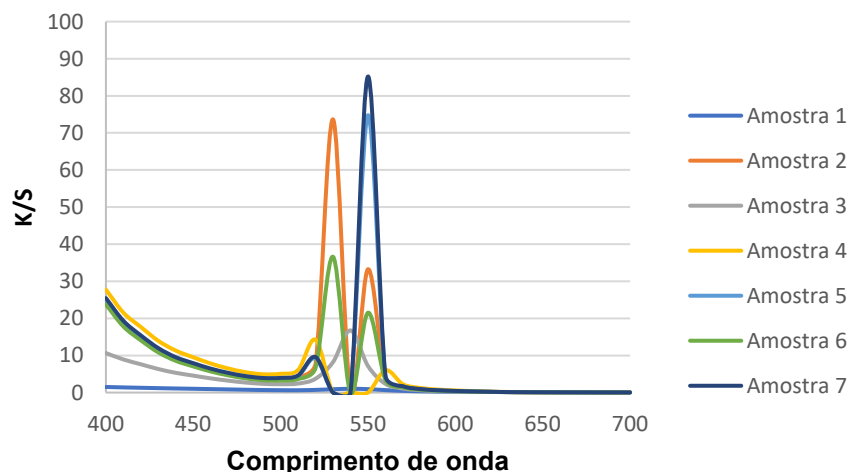


Fonte: Autor (2022)

O Gráfico 17 representa a intensidade colorística da cor vermelha na malha 1, onde é possível observar que o maior ponto se encontra na amostra 7, sendo essa uma das amostras de pontos centrais. Em sequência, a amostra número 5, também referente as amostras centrais, apresentou valor próximo.

Gráfico 17 - K/S cor Vermelho

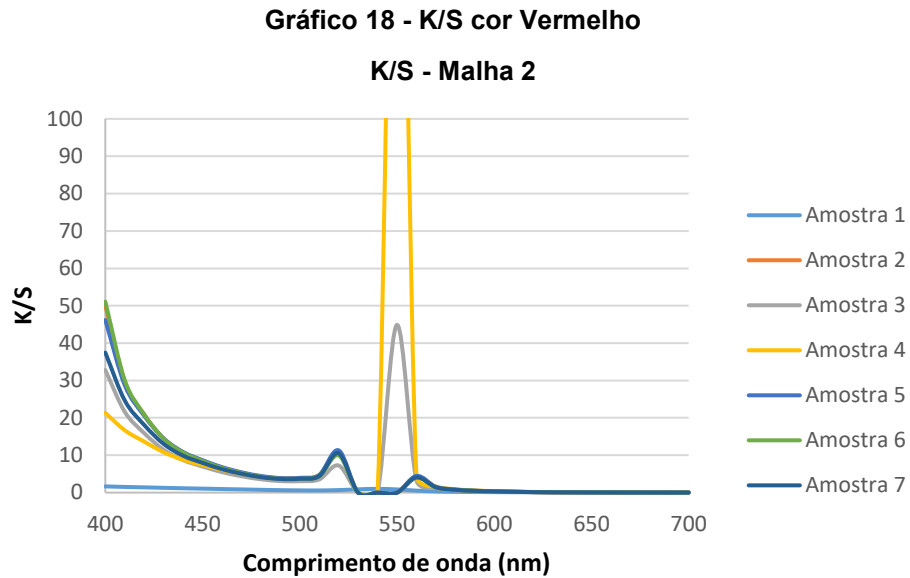
k/s - Malha 1



Fonte: Autor (2022)

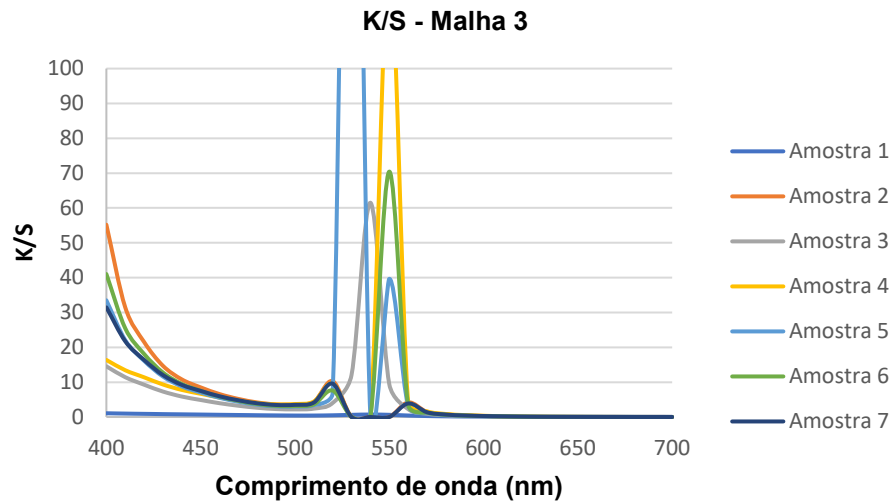
Já nas malhas texturizadas referentes a cor vermelha apresentou maior valor na amostra 4. Porém esse valor ultrapassou a escala do espectro. Portanto esse valor não será considerado para conclusões posteriores. A Amostra de número 3 teve o maior valor considerado para análises. Em seguida, as amostras centrais

obtiveram o melhor resultado para a intensidade. Porém o valor é bem abaixo quando comparado à amostra 3.



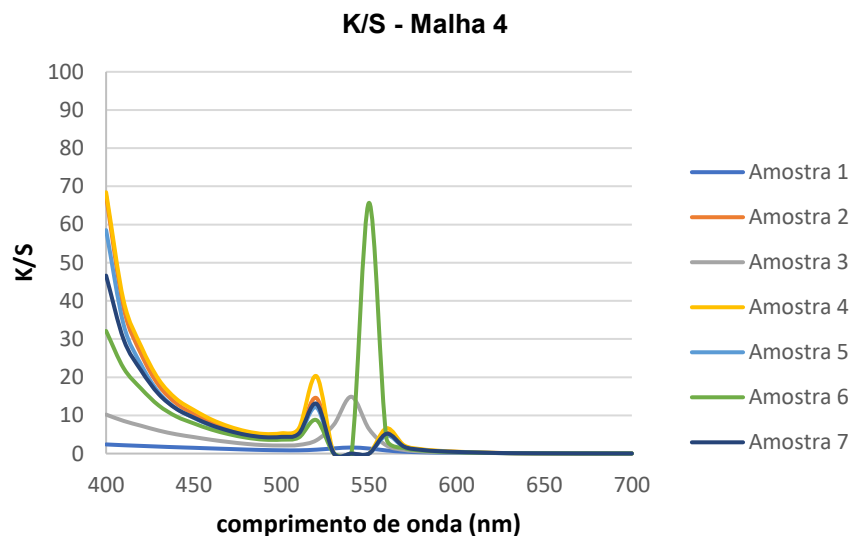
Assim como no Gráfico 18, o Gráfico 19 apresentou valores que ultrapassaram a escala do espectro, sendo esses valores desconsiderados. As amostras que apresentaram valores foram do espectro segundo o Gráfico 19, que indica que foram as amostras 4 e 5. Em sequência, as amostras 6 apresentou o melhor resultado, apresentando uma semelhança entre o comportamento das malhas com fio multifilamento texturizados.

Gráfico 19 - K/S cor Vermelho



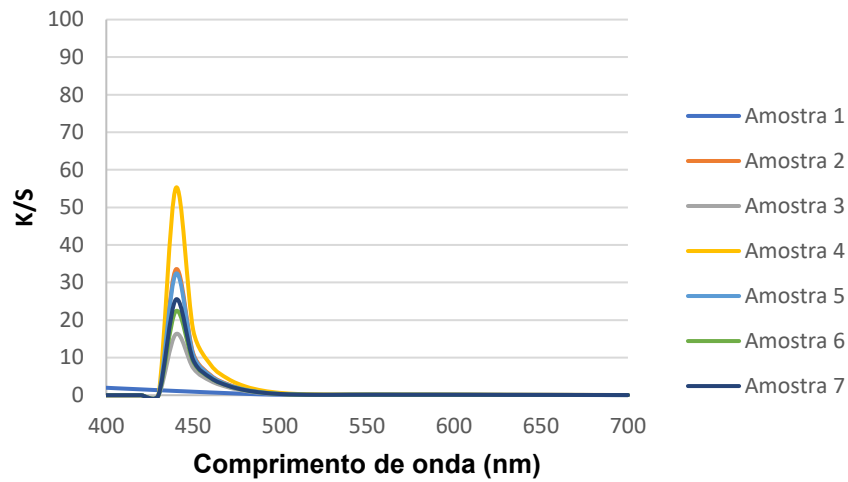
Em comparação com as Malhas 1 e 4 na cor vermelha, ambas tiveram melhor intensidade colorística nas amostras de pontos centrais, sendo amostra 7 para Malha 1 e amostra 6 para a Malha 4, sendo que não houve migração de cor para o lado avesso. Esse fato pode-se observar pelo Gráfico 20.

Gráfico 20 - K/S cor Vermelho



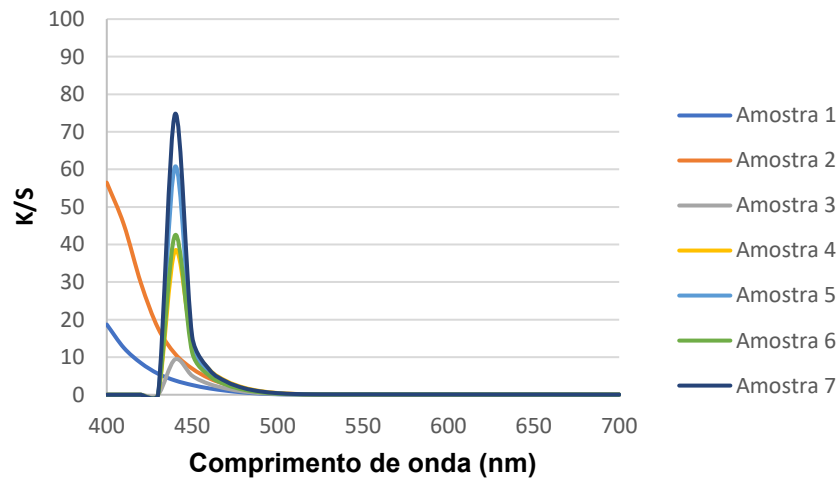
Para coloração amarela, observou-se que, assim como em todas as cores, a amostra 1 também apresentou valor de K/S menor, indicando baixa tonalidade. O Gráfico 21 mostra que a Malha 1 teve melhor resultado com a amostra 4. As amostras de pontos centrais tiveram bons resultados, apresentando valores próximos de 30%.

**Gráfico 21 - K/S cor Amarelo**  
**K/S - MALHA 1**

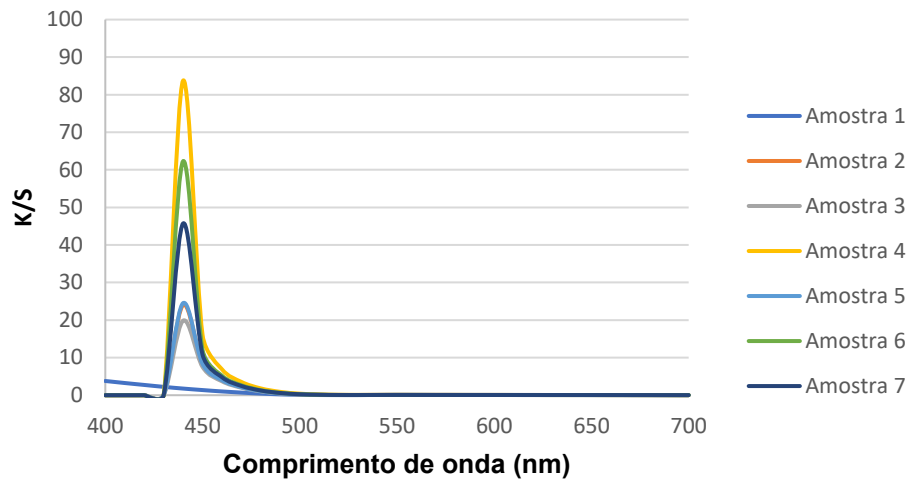


Já nas malhas texturizadas, os valores que apresentaram melhores resultados foram referentes à amostra 7, seguidos por amostra 5 e 6, todas referentes aos pontos centrais. Tais comparações podem ser observadas pelos Gráficos 22 e 23 e 24.

**Gráfico 22 - K/S cor Amarelo**  
**K/S - MALHA 2**

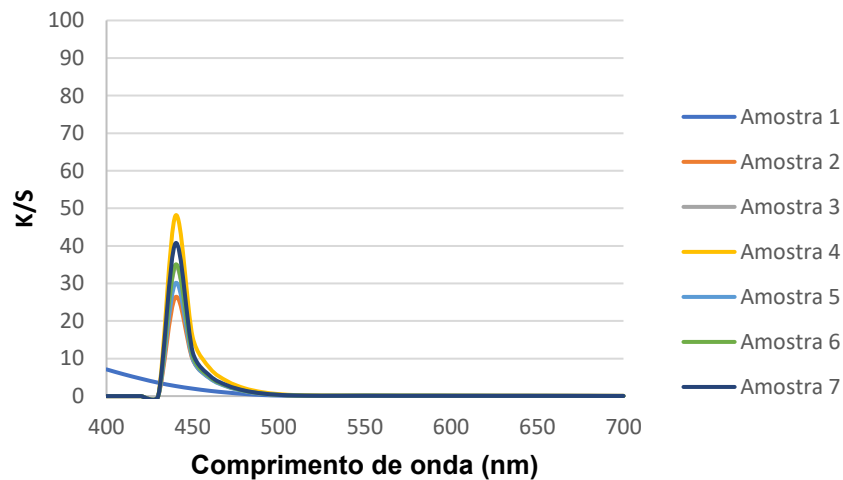


**Gráfico 23 - K/S cor Amarelo**  
**K/S - MALHA 3**



**Gráfico 24 - K/S cor Amarelo**

**K/S - MALHA 4**



Com a análise dos Gráficos de intensidade colorística, é possível observar que as malhas 2 e 3 apresentam maiores valores. As malhas 2 e 3, por serem fios multifilamentos texturizados, apresentam baixa absorção a umidade.

A fim de analisar melhor os resultados fizeram-se a Tabela 15, mostrando quais os maiores valores de k/s.

**Tabela 15 - Maiores valores de k/s para cada cor e malha**

<b>Cor</b>	<b>Malha 1</b>	<b>Malha 2</b>	<b>Malha 3</b>	<b>Malha 4</b>
Azul	Amostras 2, 6 e 7	Amostras 2, 5 e 7	Amostras 2, 6 e 7	Amostras 2, 4 e 6
Vermelho	Amostras 2, 5 e 7	Amostras 3 e 4	Amostras 4, 5 e 6	Amostras 6
Amarelo	Amostras 2, 4 e 5	Amostras 5, 6 e 7	Amostras 4, 6 e 7	Amostras 4, 6 e 7

**Fonte: Autor (2022)**

Com os resultados encontrados pela Tabela 15, é possível perceber que as amostras de número 2 e 4 aparecem em vários resultados, mas, como dito anteriormente, estas apresentam temperatura de 240 °C que, fez com que migrasse cor para o lado avesso. Por fim, em todas as amostras, os valores de pontos centrais apareceram em quase todos resultados, com exceção da Malha 2 para a cor vermelha.

Os valores de k/s para todas as malhas e cores estão descritos pelas tabelas contidas no anexo 2 ao final do trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio das Tabelas 9, 10 e 11, sendo essas as tabelas que mostram os resultados visuais dos experimentos, foi possível verificar que as amostras 1 e 3, para todas as malhas e cores, apresentaram tonalidades mais claras. Na amostra 1, sendo essa com tempo e temperatura de 200 °C e tempo de 10 segundos, não ocorreu a transferência da tinta sublimática para a malha e, portanto, a tonalidade ficou mais clara, bem próximo do branco (cor da malha antes do processo). A amostra 3 para todas as cores e malhas tem a mesma temperatura, porém com tempo maior e, assim, percebe-se a influência do tempo no processo, que fez com que a amostra 3 apresentasse essa tonalidade um pouco mais escura que a amostra 1. Por fim, pode-se concluir que temperaturas de 200 °C ou menos junto ao tempo de 10 segundos, não são indicadas para o processo de sublimação.

Nas Tabelas 12, 13 e 14, sendo essas referente aos resultados visuais do lado avesso dos experimentos, indicam que nas amostras número 2 e 4 houve migração da cor para o lado avesso, sendo que essas amostras, apresentam em comum, temperatura de 240 °C. Como a amostra 4 ficou por tempo maior na prensa térmica, a mesma teve uma quantidade maior de migração de tinta para o lado avesso da malha. Como nos dois casos houve migração da cor, a temperatura de 240 °C com tempo também não é indicada para o processo de sublimação.

Comparando todos os Gráficos da refletância foi possível notar que em todas as amostras 1 tiveram valores com maior porcentagem de refletância. Esse fato indica que o processo de sublimação não ocorreu para essa amostra, portanto, assim como dito anteriormente, a temperatura de 200 °C não é indicada para o processo utilizando tempo de 10 segundos.

Outro fato que se pode concluir por meio dos Gráficos da refletância é que a amostras de número 2 e 4 apresentaram refletância baixa, porém, como houve migração das cores para o lado avesso, não são indicadas para o processo.

Os Gráficos de refletância mostraram que as cores amarelo e vermelha refletem mais quando comparado a cor azul.

O fato das Malhas 2, 3 e 4 serem multifilamento texturizado explica o valor de k/s mais alto. Dentre as malhas que apresentaram maior ponto de k/s nos gráficos, destaca-se a Malha 2, fato esse que se dá devido a mesma, além de ser

multifilamento texturizado, também ser monofrontura e apresentar uma densidade menor.

De maneira geral, o ponto central obteve maior sucesso entre todos os resultados, de maneira que as cores apresentaram tonalidades fortes sem que houvesse migração de cor para o lado avesso. A malha com fio texturizado monofrontura junto aos parâmetros de pontos centrais apresentaram melhores valores, sendo, portanto, os mais indicados para o processo.



## REFERÊNCIAS

ABIT. **Faturamento da indústria têxtil e confecção em 2022**. Disponível em <<https://www.abit.org.br/noticias/industria-textil-e-de-confeccao-faturou-r-194-bilhoes-em-2021>>. Acesso em 10 de fevereiro 2022.

ABIT. **Cartilha de costurabilidade, uso e conservação de tecidos para decoração**. 2ed. ABIT: 2011. Disponível em <<https://www.abnt.org.br/imagens/cartilha/cartilhanova.pdf>>. Acesso em: 12 de Fevereiro 2022.

ALCÂNTARA, M. R.; **A Química do Processamento Têxtil**. Química nova, V. 19, n.3, 1996.

ANAND, Dhruv *et al.*, Shade selection: Spectrophotometer vs. digital camera—A comparative in vitro study. **Ann Prosthodont Restor Dent**, v. 2, p. 73-8, 2016.

ASSIS, R.G. **Um estudo sobre arquitetura têxtil no Brasil: o segmento de mercado das estruturas tensionadas feitas com membranas poliéster/PVC**. Dissertação de Mestrado, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, ano 2020, p. 65-70, 13 dez. 2012.

BOWLES, M.; ISAAC, C. **Diseño y Estampación Textil Digital**. Barcelona: Blume, 2009.

CALADO, V.; MONTGOMERY, D. **Planejamento de Experimentos usando o Statística**. Editora e-Papes. 2003.

CAMPOS, Estela Matheus de. **Estudo de caso comparativo: estonagem com enzima celulósica ou ataque éko, métodos distintos dentro da lavanderia têxtil, como influenciam na qualidade do denim ou do jeans fisicamente**, 2019. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2019.

CARMO, Gleibson Martins; CUNHA, Marcos Rodrigues; CIRINO, Telma Rejane. 2014. **Estamparia Têxtil LTDA**. Acesso em 11 de Fevereiro de 2022.

CARMO, R.S.A.; **Ácido Cítrico: um Estudo Sobre a Viabilidade Comercial e técnica de Sua Utilização na Indústria de Beneficiamento Têxtil**. São Paulo, 2015.

CEGARRA, J. **Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles**. Universitat Politècnica de Catalunya, 1981.

CHEREM, L.F.C. **Um modelo para a predição da alteração dimensional em tecidos de malha em algodão**. 294 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

CLARCK, M. (Ed). **Haandbock of Textile and Industrial Dyeing: Aplications od Dyes**. Elyserver, 2011.

DEMIR, Ali; BEHERY, Hassan Mohamed. Syntetic Filament Yarn: Texturing Techonoly. *In*: DEMIR, Ali; BEHERY, Hassan Mohamed. **Syntetic Filament Yarn: Texturing Techonoly**. 1. ed. rev. Uni States of America: Prentice-Hall, v. 3, cap. 3, p. 49-2020. 1997.

DELTACOLOR. Deltacolorbrasil, 2022. Disponível em <<https://www.deltacolorbrasil.com/index.html>>.

FEBRATEX. **8 tipos de matérias-primas utilizadas na indústria têxtil**. 2019. Disponível em <<https://febratex.com.br/confira-8-tipos-de-materias-primas-utilizadas-na-industria-textil/>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2022.

FEITOR, M.C. **Estudo da molhabilidade de tecidos 100% poliéster tratados em plasma N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> em função de seu envelhecimento natural**. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Setor de Ciência Exatas e da Terra. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

FREITAS, K.R.; **Carcaterização e Reuso de Efluentes de Processo de Beneficiamento da Inústria têxtil**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

GONÇALVES, Peterson Sampaio. **Novas tecnologias aplicadas nos teares de malharia circular de grande diâmetro**, 2014. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Tecnologia em Produção Têxtil) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2014.

GORINI, Ana Paula Fontenelle; SIQUEIRA, Sandra Helena Gomes de. **Tecelagem e malharia**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 7, p. 29-56, 1998.

GIORDANO, J.B. **Tratamento térmico em materiais têxteis compostos de fibras sintéticas**. Departamento de nanotecnologia têxtil, Americana, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUILLEN, J.G. Fibras de Poliéster. 2 ed. Terrassa: Universitat Politècnica de Catalunya, 56-83, 1991.

HSIEH, M. C., & Lin, J. S. **Study on design of temperature-dependence of sublimation transfer roller**. In MATEC Web of Conferences (Vol. 185, p. 00036). EDP Sciences, 2018.

KADOLPH, S. J.; LANGFORD, A. L. **Textiles**. 12th Ed. Prentice Hall, New Jersey, 2016.

KARMAKAR, S. R. **Chemical Technology in the Pre-treatment processo f textiles**. Amsterdam: Elsevier Science, 1999.

LADCHUMANANADASIVAM, R. **Ciências dos polímeros e engenharia de fibras I**. 2005, 39p Apostila de curso. Natal, RN: UFRN, 2005.

LEBRE, Edson Roberto. Fio compactado, 2017. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Tecnologia em Produção Têxtil) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2017.

LOBO, Renato N.; LIMEIRA, Erika Thalita Navas P.; MARQUES, Rosiane do N. **Fundamentos da Tecnologia Têxtil - Da Concepção da Fibra ao Processo de Estamparia**. São Paulo: Editora Saraiva, 2014. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520612/>. Acesso em: 09 mai. 2022.

MAIA, Elaine Regina Brito; **Avaliação do ciclo de vida no beneficiamento de malhas**. Química têxtil, p.28 - 32. Maringá, PR: UEM, 2014.

MENACHEN, L., PRESTON, J., **High Technology Fibers**. Part A, Volume 3, Marcel Dekker, New York, 1993.

NETO, Viviane Souza. **Proposta de implantação de métodos estatísticos no controle de qualidade em uma indústria de beneficiamento têxtil – tingimento e acabamento**. 2007. 72f. Relatório de Estágio (bacharelado em Engenharia Química) – Curso Superior em Engenharia Química, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2007.

NETO, A., PITA, R. **Fibras Têxteis**. Rio de Janeiro: Senai/cetiqt, 1996.

NEVES, Jorge. Manual de estamparia têxtil. Portugal: TecMinho, 2000.

OLIVEIRA, Maria Helena de. **Principais matérias-primas utilizadas na indústria têxtil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 5, p. [71]-109, mar. 1997.

OLIVEIRA, Danielle F. Confiabilidade metrológica e validação de procedimentos espectralométricos para medição de fontes luminosas, 2006.

ODIAN, G. **Principles of Polymerization**. 3 ed. McGraw-Hill Inc., New York: Wiley-interscience Publicacion, p.12, 1991.

PEREIRA, G.S. **Introdução a Tecnologia Têxtil**. Apostila do Curso Têxtil em Malharia e confecção. CEFET/SC, ARARANGUÁ, 2009.

PEREIRA. G.S. **Introdução a Tecnologia Têxtil**. Apostila do Curso Têxtil em Malharia e confecção II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Unidade de Araguá, 2010.

PEREIRA, Airton, NOGUEIRA, Cleberton, BALDO, Murilo Sergio. **Fiação de Poliéster Têxtil Inc.**, 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Tecnologia em Produção Têxtil) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2013.

RABELLO, M.S.; WELLEN, R.M.R. **Estudo da Cristalização a Frio do Poli (tereftalato de etileno) (PET) para Produção de Embalagens.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v.3, n.2, p.1475-1486, 2008.

ROMERO, L. L. *et al.* **Fibras artificiais e sintéticas.**[s.l.],1995.

RODERICK, McDonald, – **Color Physics for Industry** – Second Edition – Edited by Roderick McDonald – 1997.

SALEM, Vida.; **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias.** São Paulo:Blucher: Golden Tecnologia, 2010.

SANCHES, R.A.; **Estudo comparativo das características das malhas produzidas com fibras sustentáveis para fabricação de vestuário.** São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade São Paulo, 2011.

SENAI. **Manual técnico:** Têxtil e Vestuário, fios têxteis, 2017. [https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual2\\_fios/1?ff=true&e=13219499/3455524](https://issuu.com/senaitextilvestuario/docs/manual2_fios/1?ff=true&e=13219499/3455524). Acesso em: 08 Mai. 2022.

SOUSA, R.G.A **Caracterização de produtos finais com diferentes especificações de qualidade nas diferentes fibras têxteis.** Bragança, 2010. Disponível em <  
[https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/6491/3/Sousa\\_Ricardo.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/6491/3/Sousa_Ricardo.pdf) >. Acesso em 28 de Fevereiro 2022.

SILVA, C. M. P. **Tratamento Alcalino e Enzimático de Fibras Sintéticas.** 99 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Fabricação). Universidade de Minho. Minho, 2002.

TRONCOSO, Samira, M.K.; RUTHSCHILLING, Evelise, A.; **A estamparia digital e prospecções no uso das tecnologias.** 2014. 1º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Design e Moda. Disponível em <  
<http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202014/COMUNICACAO-ORAL/CO-EIXO1-DESIGN/CO-EIXO-1-ESTAMPARIA-DIGITAL-E-A-PROSPECCAO>>. Acesso em 13 de Fevereiro de 2022.

UDALE, Jenny; **Fundamentos de design de moda tecidos e moda;** Ed. Bookman, Porto Alegre, 2009.

YAMANE, Laura Ayako. **Estamparia Têxtil**. 2008. Disponível em <<https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-30443/estamparia-textil>>. Acesso em 12 de janeiro de 2022.

## ANEXO 1

Tabela 16 - Leituras do espectrofotômetro para a cor Azul Malha 1

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	44,8	25,82	31,55	23,01	27	27,58	27,49
	410	46,13	26,38	32,29	23,51	27,59	28,19	28,1
	420	46,96	26,57	32,61	23,7	27,8	28,42	28,33
	430	47,45	26,43	32,55	23,59	27,68	28,29	28,21
	440	47,64	26,01	32,18	23,25	27,26	27,87	27,79
	450	47,41	25,23	31,39	22,58	26,46	27,06	26,98
	460	46,89	24,03	30,17	21,56	25,24	25,82	25,75
	470	45,66	22,17	28,2	19,97	23,32	23,87	23,82
	480	43,76	19,45	25,31	17,65	20,53	21,04	21
	490	40,93	15,74	21,32	14,48	16,71	17,15	17,13
	500	37,35	11,36	16,58	10,75	12,18	12,54	12,55
	510	33,96	7,52	12,39	7,5	8,21	8,49	8,51
	520	31,63	5,57	10,17	5,88	6,15	6,4	6,41
	530	30,44	5,31	9,75	5,7	5,84	6,08	6,07
	540	29,98	5,75	10,08	6,11	6,26	6,49	6,48
<b>Malha 1</b>	550	29,88	5,87	10,1	6,24	6,35	6,57	6,56
	560	29,83	5,32	9,43	5,82	5,77	5,97	5,97
	570	29,81	4,59	8,58	5,24	5,01	5,18	5,2
	580	29,92	4,11	8	4,87	4,51	4,66	4,69
	590	30,1	3,83	7,64	4,65	4,22	4,35	4,39
	600	30,26	3,69	7,41	4,53	4,06	4,17	4,22
	610	30,41	3,58	7,18	4,41	3,93	4,01	4,08
	620	30,53	3,46	6,91	4,27	3,8	3,84	3,93
	630	30,76	3,43	6,78	4,22	3,76	3,77	3,88
	640	30,94	3,43	6,7	4,2	3,75	3,74	3,85
	650	31,16	3,42	6,66	4,18	3,74	3,71	3,84
	660	31,39	3,38	6,59	4,14	3,69	3,66	3,79
	670	31,61	3,24	6,46	4,03	3,56	3,51	3,65
	680	31,77	3,01	6,22	3,83	3,33	3,27	3,41
	690	31,92	2,74	5,95	3,6	3,05	2,98	3,13
	700	32,3	2,57	5,81	3,46	2,88	2,81	2,96

Fonte: Autor (2022)

Tabela 17 - Leituras do espectrofotômetro para a cor Azul Malha 2

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	49,93	26	29,63	26,08	25,61	26,65	28,24
	410	51,37	26,55	30,29	26,67	26,14	27,21	28,85
	420	52,27	26,74	30,55	26,91	26,31	27,39	29,05
	430	52,78	26,58	30,44	26,83	26,15	27,23	28,9
	440	52,96	26,15	30,01	26,49	25,7	26,78	28,43
	450	52,67	25,33	29,16	25,8	24,88	25,94	27,56
	460	52,05	24,11	27,87	24,74	23,65	24,67	26,24
	470	50,64	22,2	25,83	23,04	21,74	22,71	24,19
	480	48,48	19,44	22,85	20,57	18,98	19,87	21,21
	490	45,3	15,66	18,75	17,19	15,22	15,99	17,14
	500	41,34	11,22	13,88	13,19	10,81	11,44	12,33
	510	37,76	7,37	9,58	9,69	7	7,49	8,15
	520	35,41	5,45	7,32	7,92	5,13	5,54	6,04
	530	34,35	5,26	6,92	7,68	4,99	5,38	5,8
	540	34,16	5,78	7,32	8,06	5,54	5,92	6,32
<b>Malha 2</b>	550	34,57	5,96	7,39	8,13	5,74	6,1	6,48
	560	35,24	5,48	6,77	7,6	5,26	5,58	5,93
	570	35,9	4,81	5,96	6,89	4,58	4,86	5,17
	580	36,53	4,38	5,43	6,4	4,15	4,39	4,68
	590	37,04	4,13	5,12	6,09	3,9	4,12	4,39
	600	37,31	3,99	4,93	5,88	3,77	3,97	4,23
	610	37,32	3,87	4,76	5,65	3,67	3,85	4,1
	620	37,12	3,73	4,57	5,37	3,54	3,71	3,93
	630	37,08	3,67	4,49	5,21	3,5	3,67	3,88
	640	37,09	3,66	4,45	5,11	3,49	3,65	3,86
	650	37,22	3,64	4,43	5,05	3,48	3,63	3,83
	660	37,41	3,59	4,37	4,97	3,43	3,58	3,78
	670	37,6	3,45	4,23	4,83	3,29	3,44	3,63
	680	37,72	3,2	3,97	4,61	3,05	3,18	3,37
	690	37,83	2,91	3,68	4,35	2,76	2,88	3,06
	700	38,2	2,73	3,51	4,21	2,57	2,69	2,86

Fonte: Autor (2022)

Tabela 18 - Leituras do espectrofotômetro para cor Azul Malha 3

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	55,88	22,88	32,18	23,56	25,05	24,97	26,37
	410	57,49	23,34	32,96	24,05	25,57	25,5	26,93
	420	58,57	23,48	33,3	24,21	25,74	25,67	27,12
	430	59,33	23,31	33,28	24,07	25,58	25,52	26,97
	440	59,87	22,88	32,94	23,67	25,14	25,1	26,54
	450	60,03	22,12	32,19	22,93	24,35	24,31	25,72
	460	60,09	20,99	31	21,81	23,15	23,13	24,49
	470	59,59	19,24	29,06	20,07	21,29	21,29	22,57
	480	58,89	16,73	26,2	17,56	18,6	18,62	19,79
	490	57,88	13,31	22,24	14,13	14,94	14,99	15,98
	500	56,81	9,32	17,51	10,1	10,63	10,71	11,5
	510	56,31	5,91	13,29	6,62	6,91	6,99	7,59
	520	56,59	4,29	10,98	4,9	5,08	5,13	5,63
	530	57,16	4,25	10,45	4,75	4,94	4,95	5,41
	540	57,52	4,82	10,71	5,24	5,47	5,44	5,9
<b>Malha 3</b>	550	57,78	5,08	10,71	5,43	5,66	5,61	6,05
	560	57,84	4,71	10,1	5,03	5,19	5,13	5,52
	570	57,78	4,15	9,32	4,45	4,52	4,47	4,79
	580	57,64	3,8	8,81	4,07	4,09	4,04	4,32
	590	57,62	3,59	8,49	3,86	3,84	3,79	4,05
	600	57,5	3,49	8,26	3,75	3,72	3,66	3,91
	610	57,17	3,39	8,02	3,65	3,61	3,55	3,8
	620	56,52	3,26	7,73	3,52	3,49	3,43	3,68
	630	56,13	3,21	7,57	3,47	3,45	3,39	3,66
	640	55,86	3,18	7,48	3,46	3,44	3,38	3,65
	650	55,85	3,16	7,44	3,44	3,43	3,37	3,64
	660	55,98	3,11	7,38	3,4	3,38	3,32	3,6
	670	56,2	2,98	7,25	3,27	3,24	3,19	3,46
	680	56,41	2,75	7,02	3,05	3,01	2,96	3,22
	690	56,67	2,47	6,77	2,78	2,72	2,68	2,94
	700	57,22	2,28	6,65	2,61	2,54	2,5	2,76

Fonte: Autor (2022)



Tabela 19 - Leituras do espectrofotômetro para cor Azul Malha 4

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	53,62	27,88	35	29,92	30,38	30,19	28,61
	410	55,16	28,47	35,81	30,62	31,03	30,84	29,21
	420	56,1	28,67	36,14	30,92	31,26	31,07	29,41
	430	56,62	28,5	36,06	30,88	31,09	30,92	29,24
	440	56,79	28,03	35,62	30,53	30,59	30,43	28,76
	450	56,45	27,15	34,7	29,8	29,65	29,51	27,86
	460	55,75	25,82	33,28	28,65	28,24	28,12	26,5
	470	54,19	23,76	31,01	26,8	26,03	25,94	24,38
	480	51,81	20,76	27,68	24,09	22,81	22,76	21,31
	490	48,34	16,66	23,08	20,35	18,42	18,42	17,12
	500	44,04	11,83	17,59	15,91	13,23	13,28	12,18
	510	40,15	7,61	12,73	11,99	8,7	8,78	7,88
	520	37,66	5,48	10,12	9,92	6,39	6,46	5,71
	530	36,6	5,22	9,6	9,55	6,1	6,14	5,46
	540	36,43	5,74	9,98	9,88	6,63	6,64	6,01
<b>Malha 4</b>	550	36,77	5,92	10,07	9,92	6,77	6,76	6,18
	560	37,28	5,38	9,44	9,33	6,13	6,11	5,62
	570	37,76	4,64	8,6	8,57	5,28	5,26	4,85
	580	38,26	4,16	8,06	8,05	4,71	4,7	4,35
	590	38,72	3,89	7,73	7,71	4,38	4,37	4,06
	600	38,99	3,74	7,52	7,47	4,2	4,19	3,9
	610	39,07	3,61	7,28	7,18	4,04	4,05	3,76
	620	38,98	3,47	7	6,82	3,86	3,89	3,59
	630	39,05	3,42	6,85	6,61	3,8	3,85	3,53
	640	39,12	3,4	6,78	6,48	3,77	3,83	3,51
	650	39,3	3,39	6,73	6,4	3,75	3,81	3,49
	660	39,52	3,33	6,67	6,32	3,69	3,76	3,43
	670	39,74	3,18	6,51	6,17	3,52	3,6	3,27
	680	39,87	2,92	6,23	5,93	3,24	3,33	3
	690	39,99	2,61	5,92	5,66	2,9	3,01	2,67
	700	40,38	2,41	5,75	5,52	2,69	2,81	2,47

Fonte: Autor (2022)

Tabela 20 - Leituras do espectrofotômetro para a cor Vermelho Malha 1

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	20,85	1,93	4,3	1,74	1,95	2,02	1,89
	410	21,99	2,53	5,05	2,22	2,55	2,66	2,46
	420	23,01	3,14	5,82	2,68	3,16	3,32	3,05
	430	24,17	3,99	6,84	3,35	4	4,24	3,86
	440	25,36	4,93	7,96	4,07	4,93	5,25	4,76
	450	26,5	5,84	9,06	4,77	5,82	6,23	5,62
	460	27,92	7,03	10,48	5,68	6,97	7,52	6,74
	470	29,39	8,35	12,05	6,7	8,25	8,94	7,98
	480	31,15	9,78	13,78	7,76	9,6	10,49	9,29
	490	32,89	10,9	15,26	8,5	10,59	11,72	10,26
	500	34,09	11	15,72	8,32	10,52	11,92	10,2
	510	34,35	9,9	14,91	7,09	9,26	10,87	8,97
	520	32,03	5,7	10,69	3,28	4,91	6,55	4,74
	530	28,58	0,67	5,44	0	0	1,33	0
	540	26,48	0	2,82	0	0	0	0
<b>Malha 1</b>	550	28,15	1,46	6,15	0	0,66	2,22	0,58
	560	33,57	10,19	15,31	7,15	9,59	11,43	9,24
	570	39,75	20,13	25,65	15,83	19,74	21,85	19,1
	580	44,93	28,79	34,49	23,59	28,57	30,85	27,72
	590	48,83	35,73	41,3	30,1	35,63	37,91	34,66
	600	51,58	41,49	46,49	35,95	41,45	43,55	40,48
	610	53,87	47,59	51,38	42,77	47,56	49,21	46,72
	620	56,1	54,5	56,61	50,82	54,45	55,45	53,84
	630	58,05	60,38	61,05	57,7	60,32	60,76	59,89
	640	59,43	64,44	64,15	62,4	64,38	64,45	64,07
	650	60,6	67,37	66,5	65,7	67,31	67,16	67,08
	660	61,75	69,87	68,57	68,46	69,82	69,5	69,63
	670	63,01	72,25	70,63	70,98	72,19	71,76	72,03
	680	64,24	74,37	72,51	73,2	74,31	73,8	74,17
	690	65,45	76,25	74,24	75,12	76,19	75,63	76,06
	700	66,83	78,22	76,06	77,12	78,15	77,54	78,03

Fonte: Autor (2022)

Tabela 21 - Leituras espectrofotômetro cor Vermelho Malha 2

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	19,5	0,98	1,48	2,24	1,06	0,96	1,3
	410	20,69	1,63	2,21	2,83	1,68	1,61	1,95
	420	21,8	2,29	2,96	3,42	2,32	2,28	2,62
	430	23,11	3,23	4,02	4,24	3,23	3,24	3,57
	440	24,49	4,26	5,17	5,13	4,22	4,28	4,61
	450	25,82	5,26	6,29	5,98	5,18	5,3	5,6
	460	27,52	6,56	7,75	7,08	6,42	6,62	6,9
	470	29,32	7,99	9,36	8,29	7,81	8,07	8,32
	480	31,47	9,51	11,08	9,54	9,26	9,62	9,82
	490	33,64	10,63	12,41	10,41	10,32	10,78	10,9
	500	35,18	10,55	12,51	10,18	10,23	10,76	10,77
	510	35,71	9,14	11,18	8,78	8,83	9,42	9,31
	520	33,05	4,24	6,08	4,34	4,07	4,57	4,35
	530	29	0	0	0	0	0	0
	540	26,76	0	0	0	0	0	0
<b>Malha 2</b>	550	29,44	0	1,09	0,23	0	0	0
	560	37,01	9,6	11,88	9,35	9,22	10,13	9,94
	570	45,47	21,04	24,04	19,71	20,27	21,63	21,56
	580	52,44	30,96	34,49	28,79	29,89	31,56	31,63
	590	57,51	38,82	42,58	36,11	37,54	39,34	39,59
	600	60,8	45,19	48,88	42,27	43,8	45,53	46,02
	610	63,07	51,73	54,97	48,9	50,31	51,73	52,59
	620	64,94	59,05	61,56	56,46	57,63	58,55	59,91
	630	66,55	65,27	67,15	62,89	63,85	64,34	66,12
	640	67,74	69,58	71,06	67,33	68,15	68,37	70,43
	650	68,85	72,71	73,96	70,52	71,27	71,32	73,57
	660	70	75,4	76,48	73,22	73,94	73,87	76,27
	670	71,33	77,95	78,94	75,75	76,47	76,31	78,83
	680	72,64	80,25	81,17	78	78,73	78,52	81,13
	690	73,95	82,28	83,17	79,97	80,73	80,48	83,17
	700	75,44	84,4	85,26	82,03	82,82	82,53	85,3

Fonte: Autor (2022)

Tabela 22 – Leitura espectrofotômetro cor Vermelho Malha 3

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	15,06	0,73	4,47	0,72	0,84	1,51	1,05
	410	16,1	1,28	5,25	1,22	1,44	2,14	1,62
	420	17,09	1,85	6,06	1,72	2,06	2,78	2,2
	430	18,28	2,65	7,15	2,45	2,94	3,68	3,02
	440	19,53	3,54	8,32	3,26	3,91	4,67	3,93
	450	20,76	4,4	9,48	4,03	4,84	5,63	4,8
	460	22,32	5,51	10,97	5,04	6,06	6,88	5,94
	470	23,99	6,76	12,61	6,18	7,42	8,27	7,21
	480	25,96	8,08	14,44	7,36	8,85	9,75	8,54
	490	27,88	9,03	15,98	8,19	9,91	10,88	9,51
	500	29,13	8,91	16,48	7,97	9,84	10,9	9,39
	510	29,33	7,6	15,68	6,6	8,48	9,67	8,03
	520	26,45	3,22	11,3	2,35	3,82	5,13	3,56
	530	22,33	0	5,83	0	0	0	0
	540	20,07	0	3,15	0	0	0	0
<b>Malha 3</b>	550	22,65	0	6,75	0	0	0,75	0
	560	30,01	7,8	16,51	6,59	8,77	10,3	8,14
	570	38,27	17,89	27,48	16,19	19,56	21,11	18,38
	580	45,14	26,73	36,79	24,74	28,97	30,48	27,37
	590	50,18	33,87	43,87	31,83	36,49	37,9	34,65
	600	53,57	39,88	49,13	38,1	42,7	43,92	40,81
	610	56,12	46,37	53,86	45,27	49,25	50,11	47,52
	620	58,41	53,8	58,78	53,68	56,66	57,01	55,21
	630	60,37	60,11	62,94	60,85	62,96	62,88	61,76
	640	61,79	64,47	65,88	65,76	67,31	66,95	66,27
	650	63,03	67,59	68,13	69,23	70,46	69,91	69,5
	660	64,26	70,23	70,14	72,13	73,13	72,45	72,23
	670	65,62	72,71	72,17	74,8	75,67	74,88	74,79
	680	66,94	74,92	74,05	77,15	77,93	77,05	77,06
	690	68,24	76,85	75,77	79,18	79,92	78,98	79,06
	700	69,69	78,87	77,59	81,3	82	81	81,13

Fonte: Autor (2022)

Tabela 23 - Leitura espectrofotômetro cor Vermelho Malha 4

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	25,76	0,89	3,22	2,88	1,45	1,19	1,54
	410	27,13	1,54	4,03	3,47	2,17	1,89	2,2
	420	28,35	2,22	4,88	4,04	2,92	2,62	2,88
	430	29,72	3,19	6,04	4,85	3,97	3,64	3,84
	440	31,11	4,25	7,31	5,72	5,13	4,78	4,9
	450	32,43	5,28	8,56	6,55	6,26	5,89	5,91
	460	34,08	6,63	10,18	7,64	7,73	7,33	7,23
	470	35,75	8,14	11,98	8,85	9,37	8,95	8,7
	480	37,73	9,75	13,96	10,1	11,15	10,69	10,24
	490	39,67	10,96	15,61	10,97	12,55	12,07	11,37
	500	40,96	10,94	16,06	10,72	12,71	12,21	11,27
	510	41,24	9,5	15,03	9,25	11,42	10,91	9,79
	520	38,55	4,44	10,02	4,73	6,32	5,83	4,74
	530	34,58	0	3,83	0	0,18	0	0
	540	32,23	0	0,8	0	0	0	0
<b>Malha 4</b>	550	34,37	0	4,8	0,38	1,23	0,7	0
	560	40,95	9,71	15,68	9,43	12	11,26	10,35
	570	48,38	21,44	27,96	19,81	24,21	23,24	22,2
	580	54,55	31,7	38,46	29,07	34,76	33,64	32,54
	590	59,08	39,95	46,55	36,81	43,06	41,88	40,82
	600	62,09	46,83	52,73	43,75	49,71	48,58	47,68
	610	64,3	54,18	58,59	51,8	56,43	55,49	54,93
	620	66,23	62,55	64,86	61,28	63,88	63,23	63,14
	630	67,91	69,67	70,17	69,37	70,21	69,81	70,13
	640	69,15	74,58	73,9	74,91	74,61	74,37	74,96
	650	70,28	78,11	76,69	78,82	77,83	77,68	78,44
	660	71,43	81,12	79,15	82,07	80,6	80,52	81,4
	670	72,76	83,95	81,58	85,06	83,26	83,24	84,2
	680	74,07	86,48	83,8	87,69	85,67	85,68	86,7
	690	75,38	88,7	85,83	89,96	87,81	87,85	88,89
	700	76,9	91,02	87,96	92,33	90,05	90,12	91,19

Fonte: Autor (2022)

Tabela 24 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 1

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	17,28	0	0	0	0	0	0
	410	18,75	0	0	0	0	0	0
	420	20,38	0	0	0	0	0	0
	430	22,46	0	0,44	0	0	0	0
	440	24,92	1,45	2,9	0,89	1,5	2,14	1,89
	450	27,86	4,13	6,11	2,74	4,27	5,04	4,84
	460	31,75	7,92	10,54	5,5	8,18	9,09	8,95
	470	36,6	13,05	16,45	9,4	13,47	14,54	14,49
	480	43,34	20,55	24,92	15,37	21,17	22,42	22,51
	490	51,92	30,74	36,19	23,87	31,59	33,01	33,28
	500	61,36	42,93	49,28	34,66	43,97	45,48	45,97
	510	68,67	53,97	60,51	45,46	55,07	56,46	57,14
	520	70,78	60,29	65,94	53,3	61,24	62,24	63,05
	530	68,53	61,72	65,89	57,18	62,41	62,92	63,76
	540	64,75	60,45	63,26	58,17	60,9	60,98	61,8
<b>Malha 1</b>	550	62,38	59,43	61,46	58,51	59,76	59,57	60,35
	560	62,1	59,63	61,51	59,11	59,99	59,65	60,4
	570	62,67	60,28	62,26	59,77	60,72	60,31	61,03
	580	63,07	60,54	62,63	59,99	61,06	60,6	61,29
	590	63,52	60,92	63,05	60,46	61,52	61	61,67
	600	63,96	61,44	63,51	61,23	62,13	61,52	62,18
	610	64,91	62,47	64,49	62,59	63,29	62,6	63,25
	620	66,24	63,77	65,79	64,15	64,77	64,01	64,65
	630	67,47	64,88	66,92	65,47	66,04	65,22	65,86
	640	68,24	65,55	67,61	66,28	66,82	65,97	66,6
	650	69,01	66,2	68,29	66,97	67,54	66,67	67,3
	660	69,92	66,96	69,14	67,71	68,37	67,5	68,13
	670	71,18	68,04	70,36	68,64	69,52	68,66	69,3
	680	72,69	69,35	71,88	69,69	70,91	70,08	70,73
	690	74,41	70,81	73,6	70,79	72,45	71,67	72,33
	700	76,31	72,35	75,41	71,96	74,06	73,34	74,02

Fonte: Autor (2022)

Tabela 25 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 2

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	2,54	0,87	0	0	0	0	0
	410	3,71	1,08	0	0	0	0	0
	420	5,31	1,63	0,03	0	0	0	0
	430	7,62	2,67	2,09	0	0	0	0
	440	10,55	4,21	4,81	1,27	0,81	1,15	0,66
	450	14,24	6,31	8,32	3,36	3,53	4,1	3,03
	460	19,25	9,41	13,18	6,48	7,42	8,29	6,49
	470	25,78	13,72	19,63	10,88	12,74	13,97	11,29
	480	35,01	20,28	28,89	17,62	20,62	22,3	18,53
	490	47,07	29,6	41,21	27,26	31,47	33,65	28,68
	500	60,76	41,44	55,57	39,56	44,69	47,29	41,34
	510	72,03	53,36	68,01	52,01	57,08	59,79	53,67
	520	76,6	61,96	74,14	61,14	64,79	67,11	62,07
	530	75,22	66,2	74,27	65,8	67,35	69,01	65,71
	540	71,39	67,35	71,58	67,17	66,82	67,86	66,16
<b>Malha 2</b>	550	68,99	68,09	69,9	67,87	66,32	66,97	66,24
	560	69,03	69,37	70,3	68,95	66,89	67,42	67
	570	69,96	70,64	71,41	70	67,78	68,31	67,9
	580	70,44	71,11	71,92	70,37	68,08	68,63	68,2
	590	70,8	71,45	72,29	70,81	68,41	68,98	68,57
	600	70,97	71,57	72,43	71,27	68,72	69,31	69
	610	71,38	71,47	72,69	71,9	69,27	69,93	69,7
	620	71,95	70,94	72,95	72,39	69,81	70,6	70,37
	630	72,47	70,46	73,18	72,77	70,26	71,17	70,91
	640	72,76	70,09	73,27	72,97	70,49	71,49	71,21
	650	73,24	70,03	73,6	73,27	70,85	71,92	71,6
	660	73,98	70,24	74,21	73,75	71,41	72,55	72,15
	670	75,2	70,79	75,3	74,51	72,33	73,56	73,02
	680	76,79	71,56	76,75	75,46	73,52	74,86	74,09
	690	78,67	72,47	78,46	76,51	74,87	76,35	75,3
	700	80,68	73,47	80,28	77,63	76,3	77,92	76,57

Fonte: Autor (2022)

Tabela 26 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 3

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	6,19	0	0	0	0	0	0
	410	7,39	0	0	0	0	0	0
	420	8,94	0	0	0	0	0	0
	430	11,12	0	0	0	0	0	0
	440	13,85	1,83	1,41	1,02	1,61	1,39	1,2
	450	17,24	4,67	4,26	3	4,6	4,27	3,93
	460	21,84	8,7	8,29	5,96	8,84	8,31	7,83
	470	27,79	14,14	13,75	10,14	14,56	13,77	13,17
	480	36,17	22,11	21,74	16,57	22,91	21,71	21,07
	490	47,1	32,96	32,6	25,77	34,24	32,44	31,96
	500	59,49	45,99	45,64	37,5	47,78	45,19	45,24
	510	69,66	57,91	57,55	49,35	60,04	56,6	57,72
	520	73,71	64,86	64,45	58,07	67,01	62,91	65,51
	530	72,35	66,6	66,15	62,52	68,54	64,05	68,13
	540	68,78	65,49	64,99	63,79	67,12	62,46	67,65
<b>Malha 3</b>	550	66,59	64,73	64,16	64,29	66,12	61,3	67,23
	560	66,68	65,36	64,71	65,01	66,59	61,56	67,93
	570	67,59	66,4	65,67	65,74	67,54	62,33	68,94
	580	68,09	66,83	66,07	65,91	67,94	62,66	69,34
	590	68,46	67,2	66,41	66,28	68,33	63,04	69,75
	600	68,65	67,44	66,67	66,84	68,69	63,49	70,14
	610	69,03	67,79	67,09	67,79	69,33	64,36	70,76
	620	69,56	68,1	67,5	68,76	70,05	65,45	71,37
	630	70,06	68,35	67,85	69,58	70,67	66,38	71,88
	640	70,33	68,45	68,01	70,05	71,01	66,93	72,16
	650	70,79	68,75	68,34	70,53	71,46	67,51	72,55
	660	71,49	69,27	68,89	71,12	72,12	68,24	73,14
	670	72,65	70,17	69,82	71,95	73,16	69,33	74,09
	680	74,13	71,37	71,03	72,94	74,49	70,67	75,3
	690	75,89	72,75	72,43	74,01	76,02	72,19	76,67
	700	77,78	74,22	73,91	75,15	77,63	73,79	78,12

Fonte: Autor (2022)



Tabela 27 - Leituras do espectrofotômetro para cor Amarelo Malha 4

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	10,56	0	0	0	0	0	0
	410	11,94	0	0	0	0	0	0
	420	13,63	0	0	0	0	0	0
	430	15,91	0	0	0	0	0	0
	440	18,7	2	2,4	0,59	1,96	0,79	1,07
	450	22,13	5,32	5,88	2,93	5,36	3,82	4,23
	460	26,71	9,94	10,74	6,36	10,11	8,11	8,69
	470	32,57	16,13	17,23	11,16	16,47	13,94	14,73
	480	40,77	25,04	26,6	18,42	25,66	22,47	23,54
	490	51,34	36,94	39,13	28,65	37,98	34,08	35,48
	500	63,17	50,88	53,83	41,5	52,46	48,01	49,74
	510	72,63	63,05	66,68	54,11	65,16	60,69	62,63
	520	75,93	69,21	73,27	62,89	71,76	68,06	69,94
	530	73,94	69,61	73,79	66,89	72,4	69,87	71,51
	540	69,95	67,22	71,31	67,56	70,06	68,58	69,99
<b>Malha 4</b>	550	67,5	65,7	69,62	67,68	68,41	67,57	68,9
	560	67,43	66,12	69,84	68,3	68,57	67,94	69,35
	570	68,26	67,21	70,75	69,04	69,38	68,77	70,32
	580	68,74	67,77	71,14	69,22	69,7	69,08	70,72
	590	69,13	68,27	71,52	69,56	70,04	69,45	71,11
	600	69,35	68,67	71,84	70,08	70,36	69,85	71,46
	610	69,85	69,39	72,51	70,99	71,07	70,63	72,11
	620	70,57	70,27	73,35	71,95	71,97	71,55	72,84
	630	71,25	71,03	74,07	72,75	72,75	72,32	73,47
	640	71,64	71,47	74,48	73,21	73,19	72,77	73,81
	650	72,19	72,01	75,01	73,7	73,73	73,29	74,28
	660	72,97	72,76	75,77	74,33	74,49	74	74,96
	670	74,19	73,93	76,96	75,25	75,67	75,09	76,04
	680	75,75	75,41	78,5	76,37	77,18	76,46	77,44
	690	77,57	77,12	80,28	77,6	78,92	78,02	79,04
	700	79,55	78,92	82,15	78,91	80,76	79,67	80,72

Fonte: Autor (2022)

## ANEXO 2

Tabela 28 - Valores de K/S para cor Azul Malha 1

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	0,34	1,07	0,74	1,29	0,99	0,95	0,96
	410	0,31	1,03	0,71	1,24	0,95	0,91	0,92
	420	0,30	1,01	0,70	1,23	0,94	0,90	0,91
	430	0,29	1,02	0,70	1,24	0,94	0,91	0,91
	440	0,29	1,05	0,71	1,27	0,97	0,93	0,94
	450	0,29	1,11	0,75	1,33	1,02	0,98	0,99
	460	0,30	1,20	0,81	1,43	1,11	1,07	1,07
	470	0,32	1,37	0,91	1,60	1,26	1,21	1,22
	480	0,36	1,67	1,10	1,92	1,54	1,48	1,49
	490	0,43	2,26	1,45	2,53	2,08	2,00	2,00
	500	0,53	3,46	2,10	3,70	3,17	3,05	3,05
	510	0,64	5,69	3,10	5,70	5,13	4,93	4,92
	520	0,74	8,00	3,97	7,53	7,16	6,84	6,83
	530	0,79	8,44	4,18	7,80	7,59	7,25	7,27
	540	0,82	7,72	4,01	7,21	7,02	6,74	6,75
<b>Malha 1</b>	550	0,82	7,55	4,00	7,04	6,91	6,64	6,65
	560	0,83	8,43	4,35	7,62	7,69	7,41	7,41
	570	0,83	9,92	4,87	8,57	9,01	8,68	8,64
	580	0,82	11,19	5,29	9,29	10,11	9,75	9,68
	590	0,81	12,07	5,58	9,78	10,87	10,52	10,41
	600	0,80	12,57	5,78	10,06	11,34	11,01	10,87
	610	0,80	12,98	6,00	10,36	11,74	11,49	11,28
	620	0,79	13,47	6,27	10,73	12,18	12,04	11,74
	630	0,78	13,59	6,41	10,87	12,32	12,28	11,91
	640	0,77	13,59	6,50	10,93	12,35	12,39	12,01
	650	0,76	13,64	6,54	10,98	12,39	12,50	12,04
	660	0,75	13,81	6,62	11,10	12,57	12,68	12,21
	670	0,74	14,45	6,77	11,43	13,06	13,26	12,72
	680	0,73	15,63	7,07	12,07	14,03	14,31	13,68
	690	0,73	17,26	7,43	12,91	15,41	15,79	14,99
	700	0,71	18,47	7,63	13,47	16,38	16,81	15,91

Fonte: Autor (2022)

Tabela 29 - Valores de K/S para cor Azul Malha 2

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	0,25	1,05	0,84	1,05	1,08	1,01	0,91
	410	0,23	1,02	0,80	1,01	1,04	0,97	0,88
	420	0,22	1,00	0,79	0,99	1,03	0,96	0,87
	430	0,21	1,01	0,79	1,00	1,04	0,97	0,87
	440	0,21	1,04	0,82	1,02	1,07	1,00	0,90
	450	0,21	1,10	0,86	1,07	1,13	1,06	0,95
	460	0,22	1,19	0,93	1,14	1,23	1,15	1,04
	470	0,24	1,36	1,06	1,29	1,41	1,32	1,19
	480	0,27	1,67	1,30	1,53	1,73	1,62	1,46
	490	0,33	2,27	1,76	1,99	2,36	2,21	2,00
	500	0,42	3,51	2,67	2,86	3,68	3,43	3,12
	510	0,51	5,82	4,27	4,21	6,18	5,71	5,18
	520	0,59	8,20	5,87	5,35	8,77	8,05	7,31
	530	0,63	8,53	6,26	5,55	9,04	8,32	7,65
	540	0,63	7,68	5,87	5,24	8,05	7,48	6,94
<b>Malha 2</b>	550	0,62	7,42	5,80	5,19	7,74	7,23	6,75
	560	0,60	8,15	6,42	5,62	8,53	7,99	7,46
	570	0,57	9,42	7,42	6,29	9,94	9,31	8,70
	580	0,55	10,44	8,24	6,84	11,07	10,41	9,71
	590	0,54	11,13	8,79	7,24	11,84	11,16	10,41
	600	0,53	11,55	9,17	7,53	12,28	11,61	10,84
	610	0,53	11,94	9,53	7,88	12,64	12,01	11,22
	620	0,53	12,42	9,96	8,34	13,14	12,50	11,74
	630	0,53	12,64	10,16	8,62	13,30	12,64	11,91
	640	0,53	12,68	10,26	8,81	13,34	12,72	11,97
	650	0,53	12,75	10,31	8,93	13,39	12,79	12,07
	660	0,52	12,95	10,46	9,09	13,59	12,98	12,25
	670	0,52	13,51	10,84	9,38	14,21	13,55	12,79
	680	0,51	14,64	11,61	9,87	15,41	14,74	13,85
	690	0,51	16,20	12,61	10,52	17,13	16,38	15,36
	700	0,50	17,33	13,26	10,90	18,47	17,60	16,50

Fonte: Autor (2022)

Tabela 30 - Valores de K/S para cor Azul Malha 3

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	0,17	1,30	0,71	1,24	1,12	1,13	1,03
	410	0,16	1,26	0,68	1,20	1,08	1,09	0,99
	420	0,15	1,25	0,67	1,19	1,07	1,08	0,98
	430	0,14	1,26	0,67	1,20	1,08	1,09	0,99
	440	0,13	1,30	0,68	1,23	1,11	1,12	1,02
	450	0,13	1,37	0,71	1,30	1,18	1,18	1,07
	460	0,13	1,49	0,77	1,40	1,28	1,28	1,16
	470	0,14	1,69	0,87	1,59	1,45	1,45	1,33
	480	0,14	2,07	1,04	1,94	1,78	1,78	1,63
	490	0,15	2,82	1,36	2,61	2,42	2,41	2,21
	500	0,16	4,41	1,94	4,00	3,76	3,72	3,41
	510	0,17	7,49	2,83	6,59	6,27	6,19	5,63
	520	0,17	10,68	3,61	9,23	8,87	8,77	7,91
	530	0,16	10,79	3,84	9,55	9,15	9,13	8,27
	540	0,16	9,40	3,72	8,57	8,17	8,22	7,50
<b>Malha 3</b>	550	0,15	8,87	3,72	8,24	7,86	7,94	7,29
	560	0,15	9,64	4,00	8,97	8,66	8,77	8,09
	570	0,15	11,07	4,41	10,26	10,08	10,21	9,46
	580	0,16	12,18	4,72	11,31	11,25	11,40	10,60
	590	0,16	12,95	4,93	11,97	12,04	12,21	11,37
	600	0,16	13,34	5,09	12,35	12,46	12,68	11,81
	610	0,16	13,77	5,27	12,72	12,87	13,10	12,18
	620	0,17	14,35	5,51	13,22	13,34	13,59	12,61
	630	0,17	14,59	5,64	13,43	13,51	13,77	12,68
	640	0,17	14,74	5,72	13,47	13,55	13,81	12,72
	650	0,17	14,84	5,76	13,55	13,59	13,85	12,75
	660	0,17	15,09	5,81	13,72	13,81	14,08	12,91
	670	0,17	15,79	5,93	14,31	14,45	14,69	13,47
	680	0,17	17,20	6,16	15,41	15,63	15,91	14,54
	690	0,17	19,26	6,42	17,00	17,40	17,67	16,02
	700	0,16	20,94	6,55	18,17	18,70	19,01	17,13

Fonte: Autor (2022)

Tabela 31 - Valores de K/S para cor Azul Malha 4

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	0,20	0,93	0,60	0,82	0,80	0,81	0,89
	410	0,18	0,90	0,58	0,79	0,77	0,78	0,86
	420	0,17	0,89	0,56	0,77	0,76	0,76	0,85
	430	0,17	0,90	0,57	0,77	0,76	0,77	0,86
	440	0,16	0,92	0,58	0,79	0,79	0,80	0,88
	450	0,17	0,98	0,61	0,83	0,83	0,84	0,93
	460	0,18	1,07	0,67	0,89	0,91	0,92	1,02
	470	0,19	1,22	0,77	1,00	1,05	1,06	1,17
	480	0,22	1,51	0,94	1,20	1,31	1,31	1,45
	490	0,28	2,08	1,28	1,56	1,81	1,81	2,01
	500	0,36	3,29	1,93	2,22	2,85	2,83	3,17
	510	0,45	5,61	2,99	3,23	4,79	4,74	5,38
	520	0,52	8,15	3,99	4,09	6,86	6,77	7,79
	530	0,55	8,60	4,26	4,28	7,23	7,17	8,18
	540	0,55	7,74	4,06	4,11	6,57	6,56	7,35
Malha 4	550	0,54	7,48	4,02	4,09	6,42	6,43	7,12
	560	0,53	8,32	4,34	4,41	7,19	7,21	7,92
	570	0,51	9,80	4,86	4,88	8,50	8,53	9,33
	580	0,50	11,04	5,24	5,25	9,64	9,66	10,52
	590	0,48	11,87	5,51	5,52	10,44	10,46	11,34
	600	0,48	12,39	5,69	5,73	10,93	10,95	11,84
	610	0,48	12,87	5,90	6,00	11,40	11,37	12,32
	620	0,48	13,43	6,18	6,37	11,97	11,87	12,95
	630	0,48	13,64	6,33	6,60	12,18	12,01	13,18
	640	0,47	13,72	6,41	6,75	12,28	12,07	13,26
	650	0,47	13,77	6,46	6,84	12,35	12,14	13,34
	660	0,46	14,03	6,53	6,94	12,57	12,32	13,59
	670	0,46	14,74	6,71	7,13	13,22	12,91	14,31
	680	0,45	16,14	7,06	7,46	14,45	14,03	15,68
	690	0,45	18,17	7,48	7,86	16,26	15,63	17,74
	700	0,44	19,76	7,72	8,09	17,60	16,81	19,26

Fonte: Autor (2022)

Tabela 32 – Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 1

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	1,50	24,92	10,65	27,74	24,65	23,76	25,46
	410	1,38	18,78	8,93	21,53	18,62	17,81	19,34
	420	1,29	14,94	7,62	17,67	14,84	14,08	15,41
	430	1,19	11,55	6,34	13,94	11,52	10,81	11,97
	440	1,10	9,17	5,32	11,31	9,17	8,55	9,53
	450	1,02	7,59	4,56	9,51	7,62	7,06	7,92
	460	0,93	6,15	3,82	7,83	6,21	5,69	6,45
	470	0,85	5,03	3,21	6,50	5,10	4,64	5,31
	480	0,76	4,16	2,70	5,48	4,26	3,82	4,43
	490	0,68	3,64	2,35	4,92	3,77	3,32	3,92
	500	0,64	3,60	2,26	5,05	3,81	3,25	3,95
	510	0,63	4,10	2,43	6,09	4,45	3,65	4,62
	520	0,72	7,80	3,73	14,26	9,21	6,67	9,57
	530	0,89	73,63	8,22	0,00	0,00	36,60	0,00
	540	1,02	0,00	16,74	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Malha 1</b>	550	0,92	33,25	7,16	0,00	74,76	21,53	85,21
	560	0,66	3,96	2,34	6,03	4,26	3,43	4,46
	570	0,46	1,58	1,08	2,24	1,63	1,40	1,71
	580	0,34	0,88	0,62	1,24	0,89	0,77	0,94
	590	0,27	0,58	0,42	0,81	0,58	0,51	0,62
	600	0,23	0,41	0,31	0,57	0,41	0,37	0,44
	610	0,20	0,29	0,23	0,38	0,29	0,26	0,30
	620	0,17	0,19	0,17	0,24	0,19	0,18	0,20
	630	0,15	0,13	0,12	0,16	0,13	0,13	0,13
	640	0,14	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10
	650	0,13	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08
	660	0,12	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	670	0,11	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05
	680	0,10	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04
	690	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	700	0,08	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03

Fonte: Autor (2022)

Tabela 33 - Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 2

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	1,66	50,03	32,79	21,33	46,18	51,09	37,47
	410	1,52	29,68	21,64	16,68	28,77	30,06	24,65
	420	1,40	20,85	15,91	13,64	20,56	20,94	18,10
	430	1,28	14,50	11,46	10,81	14,50	14,45	13,02
	440	1,16	10,76	8,70	8,77	10,87	10,70	9,87
	450	1,07	8,53	6,98	7,39	8,68	8,46	7,96
	460	0,95	6,65	5,49	6,10	6,82	6,59	6,28
	470	0,85	5,30	4,39	5,07	5,44	5,24	5,05
	480	0,75	4,31	3,57	4,29	4,45	4,25	4,14
	490	0,65	3,76	3,09	3,86	3,90	3,69	3,64
	500	0,60	3,79	3,06	3,96	3,94	3,70	3,70
	510	0,58	4,52	3,53	4,74	4,71	4,35	4,42
	520	0,68	10,81	7,25	10,54	11,31	9,96	10,52
	530	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	540	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Malha 2</b>	550	0,85	0,00	44,88	216,39	0,00	0,00	0,00
	560	0,54	4,26	3,27	4,39	4,47	3,99	4,08
	570	0,33	1,48	1,20	1,64	1,57	1,42	1,43
	580	0,22	0,77	0,62	0,88	0,82	0,74	0,74
	590	0,16	0,48	0,39	0,57	0,52	0,47	0,46
	600	0,13	0,33	0,27	0,39	0,36	0,33	0,32
	610	0,11	0,23	0,18	0,27	0,25	0,23	0,21
	620	0,09	0,14	0,12	0,17	0,16	0,15	0,13
	630	0,08	0,09	0,08	0,11	0,10	0,10	0,09
	640	0,08	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06
	650	0,07	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05
	660	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
	670	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
	680	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02
	690	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
	700	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01

Fonte: Autor (2022)

Tabela 34 - Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 3

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	2,40	67,50	10,21	68,45	58,53	32,12	46,62
	410	2,19	38,07	8,55	39,99	33,73	22,38	29,87
	420	2,01	26,04	7,28	28,08	23,28	17,00	21,74
	430	1,83	17,88	6,03	19,42	16,02	12,61	15,57
	440	1,66	13,14	5,05	14,35	11,81	9,73	11,74
	450	1,51	10,39	4,32	11,43	9,35	7,91	9,44
	460	1,35	8,10	3,61	8,95	7,28	6,30	7,45
	470	1,20	6,43	3,03	7,12	5,78	5,09	5,97
	480	1,06	5,23	2,53	5,83	4,69	4,18	4,90
	490	0,93	4,58	2,21	5,15	4,09	3,65	4,31
	500	0,86	4,66	2,12	5,31	4,13	3,64	4,37
	510	0,85	5,62	2,27	6,61	4,94	4,22	5,27
	520	1,02	14,54	3,48	20,29	12,11	8,77	13,06
	530	1,35	0,00	7,61	0,00	0,00	0,00	0,00
	540	1,59	0,00	14,89	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Malha 3</b>	550	1,32	0,00	6,44	0,00	0,00	65,67	0,00
	560	0,82	5,45	2,11	6,62	4,75	3,91	5,18
	570	0,50	1,88	0,96	2,17	1,65	1,47	1,81
	580	0,33	1,00	0,54	1,14	0,87	0,79	0,96
	590	0,25	0,65	0,36	0,73	0,55	0,51	0,62
	600	0,20	0,45	0,26	0,50	0,38	0,36	0,43
	610	0,17	0,31	0,20	0,33	0,26	0,25	0,29
	620	0,15	0,20	0,14	0,20	0,17	0,16	0,18
	630	0,13	0,13	0,11	0,13	0,11	0,11	0,12
	640	0,12	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09
	650	0,11	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07
	660	0,10	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
	670	0,09	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
	680	0,08	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
	690	0,07	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
	700	0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02

Fonte: Autor (2022)



Tabela 35 - Valores de K/S para a cor Vermelho Malha 4

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	1,07	55,18	14,54	16,38	33,49	41,02	31,48
	410	0,98	31,48	11,43	13,43	22,05	25,46	21,74
	420	0,91	21,53	9,27	11,40	16,14	18,10	16,38
	430	0,83	14,69	7,31	9,33	11,61	12,75	12,04
	440	0,76	10,79	5,88	7,77	8,77	9,48	9,23
	450	0,70	8,50	4,88	6,67	7,02	7,52	7,49
	460	0,64	6,57	3,96	5,58	5,51	5,86	5,95
	470	0,58	5,18	3,23	4,69	4,38	4,63	4,79
	480	0,51	4,18	2,65	4,00	3,54	3,73	3,93
	490	0,46	3,62	2,28	3,61	3,05	3,20	3,45
	500	0,43	3,63	2,19	3,72	3,00	3,16	3,49
	510	0,42	4,31	2,40	4,45	3,44	3,64	4,16
	520	0,49	10,28	4,04	9,59	6,94	7,61	9,57
	530	0,62	0,00	12,07	0,00	276,78	0,00	0,00
	540	0,71	0,00	61,50	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Malha 4</b>	550	0,63	0,00	9,44	130,58	39,66	70,43	0,00
	560	0,43	4,20	2,27	4,35	3,23	3,50	3,88
	570	0,28	1,44	0,93	1,62	1,19	1,27	1,36
	580	0,19	0,74	0,49	0,87	0,61	0,65	0,70
	590	0,14	0,45	0,31	0,54	0,38	0,40	0,43
	600	0,12	0,30	0,21	0,36	0,25	0,27	0,29
	610	0,10	0,19	0,15	0,22	0,17	0,18	0,18
	620	0,09	0,11	0,10	0,12	0,10	0,11	0,11
	630	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06
	640	0,07	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
	650	0,06	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
	660	0,06	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
	670	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
	680	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
	690	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	700	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00

Fonte: Autor (2022)

Tabela 36 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 1

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	410	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	420	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	430	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	440	1,13	33,49	16,26	55,18	32,34	22,38	25,46
	450	0,93	11,13	7,21	17,26	10,73	8,95	9,35
	460	0,73	5,35	3,80	8,12	5,15	4,55	4,63
	470	0,55	2,90	2,12	4,37	2,78	2,51	2,52
	480	0,37	1,54	1,13	2,33	1,47	1,34	1,33
	490	0,22	0,78	0,56	1,21	0,74	0,68	0,67
	500	0,12	0,38	0,26	0,62	0,36	0,33	0,32
	510	0,07	0,20	0,13	0,33	0,18	0,17	0,16
	520	0,06	0,13	0,09	0,20	0,12	0,11	0,11
	530	0,07	0,12	0,09	0,16	0,11	0,11	0,10
	540	0,10	0,13	0,11	0,15	0,13	0,12	0,12
<b>Malha 1</b>	550	0,11	0,14	0,12	0,15	0,14	0,14	0,13
	560	0,12	0,14	0,12	0,14	0,13	0,14	0,13
	570	0,11	0,13	0,11	0,14	0,13	0,13	0,12
	580	0,11	0,13	0,11	0,13	0,12	0,13	0,12
	590	0,10	0,13	0,11	0,13	0,12	0,12	0,12
	600	0,10	0,12	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12
	610	0,09	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
	620	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
	630	0,08	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
	640	0,07	0,09	0,08	0,09	0,08	0,09	0,08
	650	0,07	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
	660	0,06	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07
	670	0,06	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
	680	0,05	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
	690	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
	700	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05

Fonte: Autor (2022)

Tabela 37 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 2

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	18,70	56,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	410	12,50	45,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	420	8,44	29,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	430	5,60	17,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	440	3,79	10,90	9,42	38,38	60,73	42,48	74,76
	450	2,58	6,96	5,05	13,90	13,18	11,22	15,52
	460	1,69	4,36	2,86	6,75	5,78	5,07	6,74
	470	1,07	2,71	1,65	3,65	2,99	2,65	3,49
	480	0,60	1,57	0,88	1,93	1,53	1,35	1,79
	490	0,30	0,84	0,42	0,97	0,75	0,65	0,89
	500	0,13	0,41	0,18	0,46	0,34	0,29	0,42
	510	0,05	0,20	0,08	0,22	0,16	0,14	0,20
	520	0,04	0,12	0,05	0,12	0,10	0,08	0,12
	530	0,04	0,09	0,04	0,09	0,08	0,07	0,09
	540	0,06	0,08	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
<b>Malha 2</b>	550	0,07	0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,09
	560	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08
	570	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,07	0,08
	580	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07
	590	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07
	600	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07
	610	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07
	620	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06
	630	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
	640	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
	650	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06
	660	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05
	670	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
	680	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
	690	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
	700	0,02	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04

Fonte: Autor (2022)

Tabela 38 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 3

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	7,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	410	5,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	420	4,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	430	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	440	2,68	26,33	34,47	48,02	30,06	34,98	40,67
	450	1,99	9,73	10,76	15,68	9,89	10,73	11,74
	460	1,40	4,79	5,07	7,42	4,70	5,06	5,42
	470	0,94	2,61	2,71	3,98	2,51	2,70	2,86
	480	0,56	1,37	1,41	2,10	1,30	1,41	1,48
	490	0,30	0,68	0,70	1,07	0,63	0,70	0,72
	500	0,14	0,32	0,32	0,52	0,29	0,33	0,33
	510	0,07	0,15	0,16	0,26	0,13	0,17	0,15
	520	0,05	0,10	0,10	0,15	0,08	0,11	0,09
	530	0,05	0,08	0,09	0,11	0,07	0,10	0,07
	540	0,07	0,09	0,09	0,10	0,08	0,11	0,08
<b>Malha 3</b>	550	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,12	0,08
	560	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,12	0,08
	570	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	0,11	0,07
	580	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,11	0,07
	590	0,07	0,08	0,08	0,09	0,07	0,11	0,07
	600	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,10	0,06
	610	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,10	0,06
	620	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,09	0,06
	630	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06	0,09	0,06
	640	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	0,08	0,05
	650	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05
	660	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05
	670	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,07	0,05
	680	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04
	690	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04
	700	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03

Fonte: Autor (2022)

Tabela 39 - Valores de K/S para a cor Amarelo Malha 4

Malha	$\lambda$ (nm)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7
	400	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	410	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	420	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	430	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	440	1,77	24,01	19,85	83,75	24,52	62,30	45,73
	450	1,37	8,43	7,53	16,08	8,36	12,11	10,84
	460	1,01	4,08	3,71	6,89	4,00	5,21	4,80
	470	0,70	2,18	1,99	3,54	2,12	2,66	2,47
	480	0,43	1,12	1,01	1,81	1,08	1,34	1,24
	490	0,23	0,54	0,47	0,89	0,51	0,64	0,59
	500	0,11	0,24	0,20	0,41	0,22	0,28	0,25
	510	0,05	0,11	0,08	0,19	0,09	0,13	0,11
	520	0,04	0,07	0,05	0,11	0,06	0,07	0,06
	530	0,05	0,07	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06
	540	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	0,07	0,06
<b>Malha 4</b>	550	0,08	0,09	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07
	560	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07
	570	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06
	580	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06
	590	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06
	600	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
	610	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05
	620	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
	630	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	640	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
	650	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
	660	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04
	670	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
	680	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
	690	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
	700	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02

Fonte: Autor (2022)